

PROEFSTATION VOOR DE AKKER- EN WEIDEBOUW  
WAGENINGEN

NITRAATGEHALTEN VAN STOPPELKNOLLEN IN 1966 (I)

Ir. H.A. te Velde

INHOUDSOPGAVE

Blz.

I.	<u>Inleiding</u>	5
II.	<u>Gegevens uit de literatuur</u>	6
	1. Omstandigheden die een hoger NO <sub>3</sub> -gehalte in planten bevorderen	6
	1.1. Verwachting ten aanzien van stoppelknollen	8
	1.2. Gegevens over stoppelknollen	8
	2. Het vóórkomen van nitraat in verschillende delen van de plant	9
	2.1. Waarnemingen over stoppelknollen	9
	3. Nitraatreductie in de plant	9
	4. Optreden van nitraatvergiftiging bij het vee na opname van nitraatrijk voer	10
	5. Verschijnselen van nitraatvergiftiging bij het vee	11
III.	<u>Het weer in de herfst van 1966 in vergelijking met dat in voorgaande jaren</u>	12
	1. Lichtintensiteit	12
	2. Duur van de zonneschijn	16
	3. Temperatuur	17
	3.1. Temperatuur overdag	17
	3.2. Etmaaltemperatuur	18
	4. Hoeveelheid neerslag	18
	5. Combinatie van de lichtintensiteit, de temperatuur en de neerslag	18
IV.	<u>Nitraatgehalten in afhankelijkheid van de zaaitijd en de stikstofbemesting</u>	21
V.	<u>Verloop van het nitraatgehalte op drie percelen</u>	23
	1. Perceel te Asten	23
	2. Perceel in Oploo	23
	3. Perceel in Maarheeze	25
	4. Onderlinge vergelijking van de nitraatgehalten op de drie percelen	25
	4.1. Vergelijking van de nitraatgehalten van het loof	29
	4.2. Vergelijking van de nitraatgehalten van de knol	29
VI.	<u>De nitraatgehalten bij vijf rassen</u>	32
	1. Invloed van de oogsttijd	32
	2. Verschillen tussen de rassen	32
VII.	<u>Nitraatgehalten bij verschillende afstanden tot bomen</u>	35

Blz.

VIII. <u>Relatie van het NO<sub>3</sub>-gehalte met percentages van enkele andere chemische bestanddelen</u>	36
1. Relatie percentage NO <sub>3</sub> en percentage suikers na inversie	36
2. Relatie percentages ruw eiwit en nitraat	36
3. Relatie percentages kalium en nitraat, en magnesium en kalium	38
4. Relatie gehalten aan molybdeen, mangaan en nitraat	38
<u>Conclusies</u>	40
<u>Literatuuropgave</u>	41
<u>Bijlagen</u>	

## I. INLEIDING

In de herfst van 1966 is in ons land op minstens 50 bedrijven nitraatvergiftiging bij rundvee geconstateerd na opname van stoppelknollen. Samen met ir. H. Wieling van het rijksconsulentschap voor Weide- en Voederbouw is hierover Mededeling nr. 138 van het PAW geschreven, getiteld: "Nitraatvergiftiging bij rundvee door stoppelknollen". In die Mededeling worden gegevens van een enquête behandeld, waarbij vooral de relatie zaaitijd en stikstofbemesting van de stoppelknollen en ziekte bij het vee centraal is gesteld. Eén belangrijke schakel ontbrak voor een vollediger relatie, nl. het nitraatgehalte van stoppelknollen. In deze en in een volgende Mededeling wordt hierop ingegaan. Bij deze publikatie worden gegevens uit de literatuur, over het weer en van proefvelden behandeld, terwijl in een volgende Mededeling op nitraatgehalten van stoppelknollen op ca. 125 praktijkpercelen wordt ingegaan.

## II. GEGEVENS UIT DE LITERATUUR

In het buitenland is reeds herhaaldelijk nitraatvergiftiging geconstateerd bij rundvee waaraan nitraatrijk voer was verstrekt. Hierover zijn de laatste jaren enige literatuurstudies (1, 2, 3, 4) verschenen. Daarom wordt in dit hoofdstuk volstaan met het samenvatten van gegevens over nitraatgehalten in planten en over nitraatvergiftiging bij het vee.

### 1. Omstandigheden die een hoger $\text{NO}_3$ -gehalte in planten bevorderen

- Een hoog  $\text{NO}_3$ -gehalte van de grond; dit kan een gevolg zijn van de bemesting inclusief een overbemesting.
- Biologische processen in de planten die niet normaal verlopen ten gevolge van bijzondere omstandigheden zoals veel verdamping, vocht- of lichttekort, gebrek aan sommige voedingsstoffen zoals borium en sulfaat, koude, ziekte of herbiciden.
- Een aantal plantesoorten kan gemakkelijk nitraatrijk worden, b.v. kruisbloemigen en raaigrassen.
- Veel kalium en natrium in de grond en in de plant bevorderen de ophoping van  $\text{NO}_3$  in de plant.
- In jonge planten bevindt zich doorgaans meer  $\text{NO}_3$  dan in oudere.
- Een geringer plantgetal of een grotere rijenafstand bevorderen soms nitraatophoping.
- Op zonnige dagen bevindt zich 's morgens meer nitraat in de bovengrondse delen dan tegen de avond (ca. 0,1 - 0,4 %  $\text{NO}_3$ ).

Om enige kwantitatieve gegevens te kunnen verstrekken zijn in figuur 1 enkele factoren aangegeven die invloed uitoefenen op het nitraatgehalte van een gewas waarin zich gemakkelijk nitraat kan ophopen. Bij stoppelknollen en andere kruisbloemigen is slechts weinig bekend over nitraatgehalten. Over nitraatgehalten van raaigras staan daarentegen meerdere gegevens ter beschikking. Gekozen is voor cijfers over potproeven van Deinum (5), dit in verband met de lichtintensiteiten die hij heeft gebruikt.

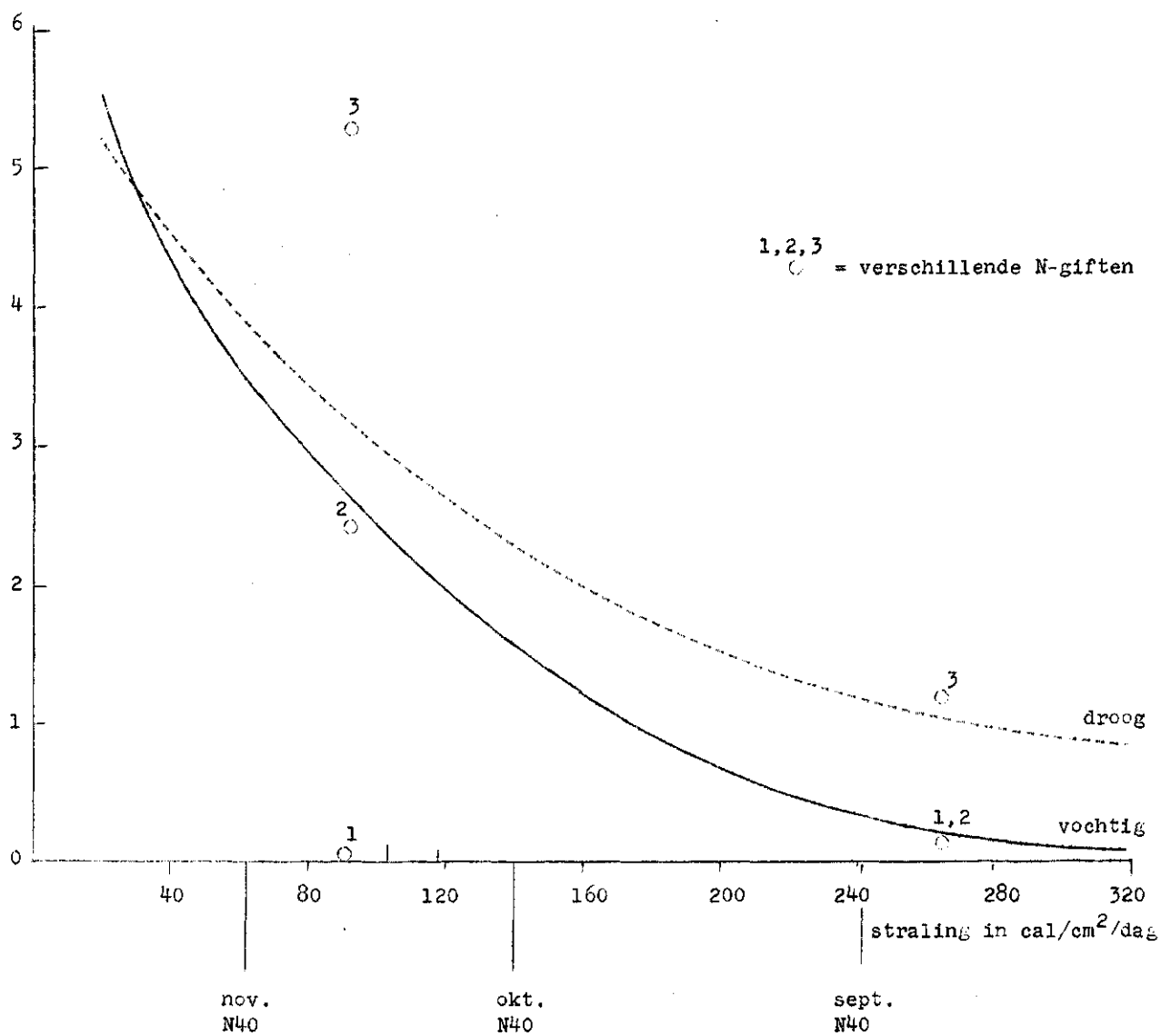
In figuur 1 is op de horizontale as de straling (= lichtsterkte) uitgezet. Hierbij wordt het 40-jarig gemiddelde (=  $N_{40}$ ) van de straling in de herfstmaanden aangegeven. Op de verticale as zijn nitraatgehalten uitgezet. De beide lijnen in figuur 1 stellen het verband voor tussen de lichtintensiteit en het nitraatgehalte in de droge stof van het gras bij een vochtige en bij een droge grond. De vochtige grond was op veldcapaciteit en de droge grond was zo droog dat de ds-opbrengst van het gras er ongeveer de helft lager was dan op de vochtige grond. De overdagtemperaturen bij de verschillende proeven bedroegen gemiddeld 15,0-17,7° C en de nachttemperaturen gemiddeld 8,3-10,0° C. De stikstofbemesting was redelijk hoog.

Volgens figuur 1 bevindt zich in het gras gegroeid op de droge grond bij gemiddelde lichtintensiteiten van september en oktober ongeveer 0,75 % meer nitraat dan in het gras gegroeid op vochtige grond en overigens gelijke omstandigheden. Nu was in oktober 1966 de globale straling te Wageningen en De Bilt slechts resp. 101 en 119 cal/cm<sup>2</sup>/dag. Het verschil in nitraatgehalte van het gras ten gevolge van droge of vochtige grond bedraagt dan ongeveer 0,6 %  $\text{NO}_3$  in de ds. Oktober 1966 was plaatselijk droog; het nitraatgehalte van stoppelknollen kan daardoor iets hoger geweest zijn dan onder een gemiddelde vochttoestand.

Door het sombere weer in oktober - met een globale straling van 119 à 101 cal/cm<sup>2</sup>/dag - wordt volgens figuur 1 het nitraatgehalte 0,5-0,7 % hoger dan bij een gemiddelde straling van 140 cal/cm<sup>2</sup>/dag.

Fig. 1. Invloed van de straling, de vochtigheid van de grond en de stikstofbemesting op het nitraatgehalte van Engels raaigras volgens gegevens van DEINUM

%  $\text{NO}_3$  in de ds



In de figuur worden ook  $\text{NO}_3$ -gehalten aangegeven van gras gegroeid op vochtige grond bij 2 lichtintensiteiten en 3 stikstoftrappen. Bij een straling van  $263 \text{ cal/cm}^2/\text{dag}$  was de grasopbrengst bij de 2e N-trap twee keer zo groot als bij de 1e N-trap; de  $\text{NO}_3$ -gehalten waren gelijk. Bij de 3e N-trap (in figuur 1 aangegeven met een 3) was de droge-stofopbrengst van het gras ongeveer drie keer zo hoog als bij de 1e N-trap; ook het  $\text{NO}_3$ -gehalte is nu hoger. Bij de gemiddelde lichtintensiteit van  $91 \text{ cal/cm}^2/\text{dag}$  - dus bij een straling die dicht bij het gemiddelde van oktober 1966 in Wageningen lag - zijn echter de verschillen in nitraatgehalten ten gevolge van de verschillen in stikstofbemesting veel groter. Door de 2e N-trap werd ongeveer de helft meer droge stof aan gras geoogst dan bij de 1e N-trap, maar het nitraatgehalte was veel hoger, nl.  $2,38 \%$  t.o.v.  $0,06 \%$   $\text{NO}_3$ . Bij de 3e N-trap was nauwelijks meer gras dan bij de 2e, maar ook hier was het nitraatgehalte wel veel hoger, nl.  $5,37 \%$  t.o.v.  $2,38 \%$   $\text{NO}_3$ . Een hoeveelheid stikstof die ruim voldoende is bij hoge lichtintensiteiten kan bij lagere lichtintensiteiten dus gemakkelijk een te hoog  $\text{NO}_3$ -gehalte veroorzaken.

### 1.1. Verwachting ten aanzien van stoppelknollen

In de literatuur worden slechts enkele gegevens over stoppelknollen vermeld. Daar dit gewas tot de cruciferen behoort, kunnen bepaalde omstandigheden er toe leiden, dat zich veel nitraat in de stoppelknollen kan bevinden. Tot die omstandigheden moeten vooral een zware bemesting resp. een late overbemesting en een late inzaai gerekend worden. Immers bij late inzaai moeten de planten groeien in een periode met vrij weinig licht, waardoor de omzetting van nitraat tot ammoniak langzaam verloopt. Bovendien bevatten jongere planten van nature meestal meer  $\text{NO}_3$  dan oudere, zoals reeds is opgemerkt.

Stoppelknollen die onder, aan de noord- of aan de oostzijde van bomen groeien, zullen een hoger  $\text{NO}_3$ -gehalte hebben dan die welke niet door bomen worden beschaduwd. In Duitsland heeft men bijvoorbeeld gevonden, dat bij optimale opbrengsten van zomerkoolzaad de planten die in het zonlicht groeiden  $1,05 \%$   $\text{NO}_3$  bevatten en planten die in de schaduw groeiden  $6,98 \%$   $\text{NO}_3$  (6).

### 1.2. Waarnemingen over stoppelknollen

Wölfer (7) heeft te Breslau-Carlowits van 14 juli - 1 november 1938 potproeven genomen met stoppelknollen, die resp. 1, 2 of 4 gram N per pot ontvingen. Bij de oogst was in het blad het droge-stofgehalte abnormaal hoog. De nitraatgehalten van het blad en van de knollen waren van geen betekenis. Toch gaf meer stikstofmeststof duidelijk meer nitraat in het blad, echter niet in de knol. In het loof bevond zich resp.  $0,044$ ,  $0,084$  en  $0,174 \%$   $\text{NO}_3$  in de ds, in de knollen maximaal  $0,022 \%$   $\text{NO}_3$ .

Harberts en Sonneveld (8) hebben alleen  $\text{NO}_3$ -gehalten van de knollen bepaald en niet van het blad (De  $\text{NO}_3$ -bepalingen waren hier bijkomstig in verband met een ander onderzoek). Het resultaat, aangevuld met gegevens over de proefobjecten, staat vermeld in tabel 1.

Tabel 1. Nitraatgehalten van knollen

kg N/ha	% $\text{NO}_3$ in de ds van knollen			
	Rijenafstand van de stoppelknollen in cm			
	33	44	55	Gem.
0	0,52	0,91	1,15	0,88
40	1,18	1,43	2,17	1,59
80	2,28	2,44	2,85	2,52
120	3,07	2,99	3,12	3,06
Gem.	1,76	1,94	2,32	2,01

De stoppelknollen waren afkomstig van het proefveld PAW 653 te Lunteren, gezaaid op 10 augustus en geoogst op 21 november 1961. Uit tabel 1 blijkt duidelijk dat het gebruik van meer stikstof gepaard ging met een hoger percentage  $\text{NO}_3$  in de knollen. Een ruimere rijenafstand geeft ook een hoger  $\text{NO}_3$ -gehalte. Blijkbaar kan bij een grotere rijenafstand later in de tijd van het jaar nog meer nitraat worden opgenomen dan bij een nauwere rijenafstand.

Uit een ander onderzoek was bekend dat zich over het algemeen meer nitraat in de knollen dan in het loof bevond. Onder 2.1. wordt dit nader aangegeven.

## 2. Het voorkomen van nitraat in verschillende delen van de plant

Nitraat blijkt in de bovengrondse delen overwegend in de stengels voor te komen. Wat de bladeren betreft wordt het voornamelijk in de bladsteel, bladschede en middennerf aangetroffen. Bij bomen wordt nauwelijks nitraat in de bovengrondse delen gevonden, doch bijna uitsluitend in de wortels. Sprensen (9) vond bij voedersuikerbieten ongeveer drie keer zoveel  $\text{NO}_3$  in de droge stof van het loof dan in die van de biet.

### 2.1. Gegevens over stoppelknollen

Buyse (10) trof bij 16 monsters slechts twee keer meer nitraat in het loof dan in de knol aan. Het  $\text{NO}_3$ -gehalte van loof + knol was in beide gevallen laag, namelijk 0,28 en 0,37 %  $\text{NO}_3$ . Dit is in overeenstemming met de waarnemingen van Wölfer (7).

Bij de hoogste  $\text{NO}_3$ -gehalten bevond zich aanmerkelijk meer  $\text{NO}_3$  in de knol dan in het loof, zoals blijkt uit tabel 2.

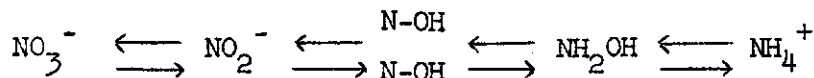
Tabel 2. Nitraatgehalten volgens enige monsters van Buyse

Monster	% $\text{NO}_3$ in de droge stof		
	Gehele plant	Loof	Knol
1	2,21	1,64	2,74
2	2,04	1,18	2,47
3	1,73	1,53	1,96
4	1,71	1,19	2,23

Theron - aangehaald door Wright en Davison (3) - vermeldt dat in knollen ongeveer 4 %  $\text{NO}_3\text{-N}$  (= ca. 14 %  $\text{NO}_3$ ) in de hoofdnerven voorkwam. Bij de verassing ervan kwamen ontploffingen voor.

## 3. Nitraatreductie in de plant

De nitraatreductie in de plant tot ammoniak wordt wel als volgt voorgesteld:



De omzetting van  $\text{NO}_3^-$  tot  $\text{NH}_4^+$  heeft plaats met behulp van de enzymen nitraat- en nitrietreductase. De omzetting van nitraat tot het giftige nitriet verloopt het langzaamst. In verse planten wordt daarom geen of uiterst weinig nitriet gevonden. Het is dus niet aannemelijk dat nitraatvergiftiging bij het vee - wat nauwkeuriger gezegd een vergiftiging door nitriet is - ontstaat door nitriet uit verse planten. Wanneer echter verse planten op een hoop worden gebracht en gaan broeien, kan door intramoleculaire ademhaling uit nitraat nitriet ontstaan (11).



#### 4. Optreden van nitraatvergiftiging bij het vee na opname van nitratrijk voer

Dat de zogenaamde nitraatvergiftiging bij het vee niet ontstaat door te veel nitraat maar door te veel nitriet in het bloed, is aangetoond door dieren rechtstreeks met  $\text{KNO}_2$  of  $\text{KNO}_3$  te injecteren (4). Kaliumnitraat gaf een hoge concentratie  $\text{KNO}_3$  in het bloed, maar de rode bloedlichaampjes bleven normaal zuurstof transporteren. De kaliumnitriet echter veranderde de haemoglobine in met-haemoglobine (die geen zuurstof kan overbrengen) en de dieren stierven binnen enkele uren.

In het lichaam van het vee kan nitriet uit nitraat ontstaan, speciaal door micro-organismen in de pens. Wanneer niet te veel nitraat aanwezig is, wordt nitriet zeer snel gereduceerd. Komt echter veel nitraat in het rantsoen voor, dan kan dat een beperking betekenen voor de reductie van nitriet tot ammoniak, waardoor nitriet in de bloedbaan komt en daar reduceert, terwijl de haemoglobine oxydeert tot met-haemoglobine. Hierdoor kan de zuurstofvoorziening gaan haperen met al de schadelijke gevolgen van dien.

De hoeveelheid nitraat in het rantsoen kan ook zodanig zijn dat de gevolgen niet direct giftig, maar zgn. sub-toxisch zijn. Dit kan zich uiten in een slechtere omzetting van caroteen in vitamine A en in een slechtere opname van vitamine A. Door de omzetting van nitraat in nitriet in een zuur milieu kunnen nl. caroteen en vitamine A worden geoxydeerd. De behoefte aan vitamine A stijgt hierdoor bij het dier en zo kan vitamine A-gebrek optreden bij voldoende caroteen in het voer. Mogelijk in verband hiermee kan het gevolg van sub-tonische hoeveelheden nitraat of nitriet zijn dat bij drachtig vee abortus optreedt (12, 13).

(Wanneer door het dier regelmatig iets te veel nitraat wordt opgenomen, bij voorbeeld met het drinkwater, dan kan een sub-toxische werking zich op nog veel meer wijzen openbaren o.a. in de vorm van lusteloosheid van het dier, een moeilijker bevruchting, onvruchtbaarheid, een geringere levensvatbaarheid van de nakomelingen, diarree, groeistoornissen en teruggang in de melkproduktie (2)).

Het is dikwijls moeilijk tevoren aan te geven wanneer te veel nitraat in het rantsoen aanwezig is. Dit houdt verband met de plantesoorten en de samenstelling van het rantsoen, de hoeveelheid voedsel in de pens of de maag, de hoeveelheid opgenomen voer binnen een bepaalde tijd en met de individuele dieren. Zeer eiwitrijk voer is gevaarlijk omdat een neutrale resp. zwak alkalische pH in de pens de reductie van nitraat tot nitriet bevordert. Het is speciaal gevaarlijk voor dieren met spijsverteringsstoornissen. Door goed hooi verdwijnt nitraat in de pens sneller dan door minder goed hooi. Wanneer vrij veel nitraat in het rantsoen voorkomt, werkt maismeel gunstig.

Hoewel het dus moeilijk is aan te geven wanneer te veel nitraat in het rantsoen voorkomt, moeten soms toch normen worden gekozen i.v.m. het verstrekken van adviezen. Zo is b.v. het advies in de staat Pennsylvania (14) van de U.S.A. voor nitraatgehalten van het gehele rantsoen:

0,0 - 0,44 %  $\text{NO}_3$  : Veilig voor alle omstandigheden.

0,44 - 0,66 %  $\text{NO}_3$  : Veilig voor alle omstandigheden bij niet drachtig vee.  
Bij drachtig vee niet meer dan voor 50 % in het rantsoen.

0,66 - 0,88 %  $\text{NO}_3$  : Niet meer dan voor 50 % in het rantsoen.

0,88 - 1,54 %  $\text{NO}_3$  : Geen drachtig vee hiervan voeren; bij niet drachtig vee niet meer dan voor 35-40 % in het rantsoen.

1,54 - 1,76 %  $\text{NO}_3$  : Geen drachtig vee hiervan voeren; bij ander vee niet meer dan voor 25 % in het rantsoen.

> 1,76 %  $\text{NO}_3$  : Potentieel giftig; hiervan niet voeren.

In verband met de nitraatvergiftiging na het voeren van stoppelknollen in de herfst van 1966 is toen voor ons land een adviesbasis (15) ontworpen die in tabel 3 wordt aangegeven.

Tabel 3. Adviesbasis voor het voeren van stoppelknollen

% Nitraat in droge stof	Gift stoppelknollen per dier per dag
0,0 - 1,5	50 kg kan normaal gevoerd worden, hogere giften in 3 à 4 keer geven.
1,6 - 2,0	Maximaal 40 kg in 3 à 4 keer geven.
2,0 - 2,5 (R.E. < 20,0 %)	Maximaal 40 kg in 3 à 4 keer geven.
2,0 - 2,5 (R.E. > 20,0 %)	Maximaal 30 kg in 3 à 4 keer geven.
2,6 - 3,0	Maximaal 30 kg in 3 à 4 keer geven.
3,1 en hoger	Het is momenteel gevaarlijk om deze stoppelknollen te voeren.

Opmerking: Wanneer het nitraatgehalte hoger is dan 1,5 %, raden wij U aan om geen stoppelknollen te voeren aan het jongvee.

##### 5. Verschijselen van nitraatvergiftiging bij het vee

Kolari en Jordan (4) vermelden als symptomen van nitraatvergiftiging: een verhoogde ademhalingsfrequentie en polsslag, er kan diarree optreden en de dieren kunnen de neiging krijgen om vaak te urineren; ze hebben een trage eetlust, worden slap, krijgen last van trillen, vertonen een wankelende gang, de neusspiegel wordt koud en de slijmvliezen, tong en uier kunnen blauw worden. Het bloed heeft een roestbruine kleur als gevolg van de overgang van haemoglobine in met-haemoglobine.

Is er veel met-haemoglobine ontstaan, dan kan het dier accuut sterven dan wel geruime tijd bewusteloos zijn, waarna het kan sterven, of spontaan genezen, of genezen na een behandeling.

Gunstige behandelingen door een dierenarts zijn: inspuiten met methyleenblauw (deze stof werkt reducerend) of met vitamine C (werkt eveneens reducerend) of het toepassen van bloedtransfusie.

Na genezing kunnen drachtige dieren binnen enkele dagen aborteren.

Verschijselen van nitraatvergiftiging kunnen reeds enkele uren na opname van nitraatrijk voer optreden.

### III. HET WEER IN DE HERFST VAN 1966 IN VERGELIJKING MET DAT IN VOORGAANDE JAREN

In hoofdstuk II is naar voren gekomen dat de lichtintensiteit en de vochtvoorziening van belang kunnen zijn voor de  $\text{NO}_3$ -gehaltes van het gewas. Mogelijk kan in de herfst de temperatuur eveneens van belang zijn, want als de luchttemperatuur relatief hoog is - en daardoor ook de temperatuur van de grond - dan mag de mogelijkheid niet uitgesloten worden dat de plant relatief veel nitraat opneemt. Daarom wordt in dit hoofdstuk ook aandacht geschonken aan de temperatuur.

Voor de nitraatgehaltes van stoppelknollen bij het begin van de stalperiode worden de weersgegevens van oktober belangrijk geacht. Voor de ontwikkeling van de stoppelknollen is ook het weer in september van groot belang. Daarom worden in de volgende paragrafen zowel weersgegevens van oktober als van september vermeld.

Het is vooral van belang te weten in hoeverre het weer van herfst 1966 nog verschilt heeft van daarmee sterk overeenkomende herfst en hoe de afwijkingen zijn van de lichtintensiteit, van temperaturen en van de neerslagen opzichte van een veeljarig gemiddelde. In de volgende paragrafen wordt daarop ingegaan.

#### 1. Lichtintensiteit

Gegevens over de lichtintensiteit zijn bekend van Wageningen en van De Bilt. De lichtintensiteiten in deze plaatsen worden opgegeven als globale straling en uitgedrukt als  $\text{cal/cm}^2/\text{dag}$ .

De meeste waarnemingen zijn bekend van de afdeling Natuur- en weerkunde van de Landbouwhogeschool te Wageningen. Voor de herfstmaanden zijn waarnemingen verricht vanaf 1938. De uitkomsten (16, 17, 18, 19) hiervan zijn samengevat in figuur 2.

In figuur 2 is het gemiddelde over 28 jaren aangegeven als sept. N28 resp. okt. N28. In 1944 zijn wegens evacuatie geen waarnemingen verricht.

Uit figuur 2 blijkt dat de straling in oktober 1966 erg laag was, namelijk gemiddeld slechts  $101 \text{ cal/cm}^2/\text{dag}$ . De straling in september daaraan voorafgaande was eveneens laag, namelijk gemiddeld  $193 \text{ cal/cm}^2/\text{dag}$ .

De extreem lage straling in september en oktober 1966 staat nog het dichtst bij die in 1954 met gemiddeld resp. 201 en  $102 \text{ cal/cm}^2/\text{dag}$ . Voorts zijn er nog enkele jaren met geringe lichtintensiteiten in oktober, namelijk 1960 ( $112 \text{ cal/cm}^2/\text{dag}$ ), 1942 ( $115 \text{ cal/cm}^2/\text{dag}$ ), 1958 ( $118 \text{ cal/cm}^2/\text{dag}$ ), 1939 ( $119 \text{ cal/cm}^2/\text{dag}$ ) en 1946 met  $122 \text{ cal/cm}^2/\text{dag}$ . Het 28-jarig gemiddelde bedraagt  $136 \text{ cal/cm}^2/\text{dag}$ .

De dagelijkse afwijking van de globale straling t.o.v. een gecorrigeerd veeljarig gemiddelde kan erg groot zijn. In figuur 3 wordt dit aangegeven voor september en oktober 1966. Als gemiddelde is genomen het gemiddelde dat door De Vries (18) wordt vermeld.

Het valt in figuur 3 op dat oktober tot het eind van de maand slechts 2 dagen had met een straling die boven het gecorrigeerde veeljarig gemiddelde ligt.

Te De Bilt is de straling waargenomen vanaf 1954 en voor voorgaande jaren berekend. De waargenomen straling wordt in figuur 4 aangegeven.

Wordt figuur 4 vergeleken met figuur 2, dan valt het op dat het verschil in globale straling tussen oktober 1966, 1963, 1960 of 1954 en een veeljarig gemiddelde voor De Bilt geringer is dan voor Wageningen. In De Bilt bedroeg de globale straling in oktober van die jaren resp. 119, 128, 122, 132 en  $121 \text{ cal/cm}^2/\text{dag}$ . Het veeljarig gemiddelde is berekend op  $140 \text{ cal/cm}^2/\text{dag}$ .

Fig. 2. Globale straling te Wageningen in sept. en okt. alsmede enkele afwijkingen van de gemiddelde temperatuur overdag

Cal/cm<sup>2</sup>/dag

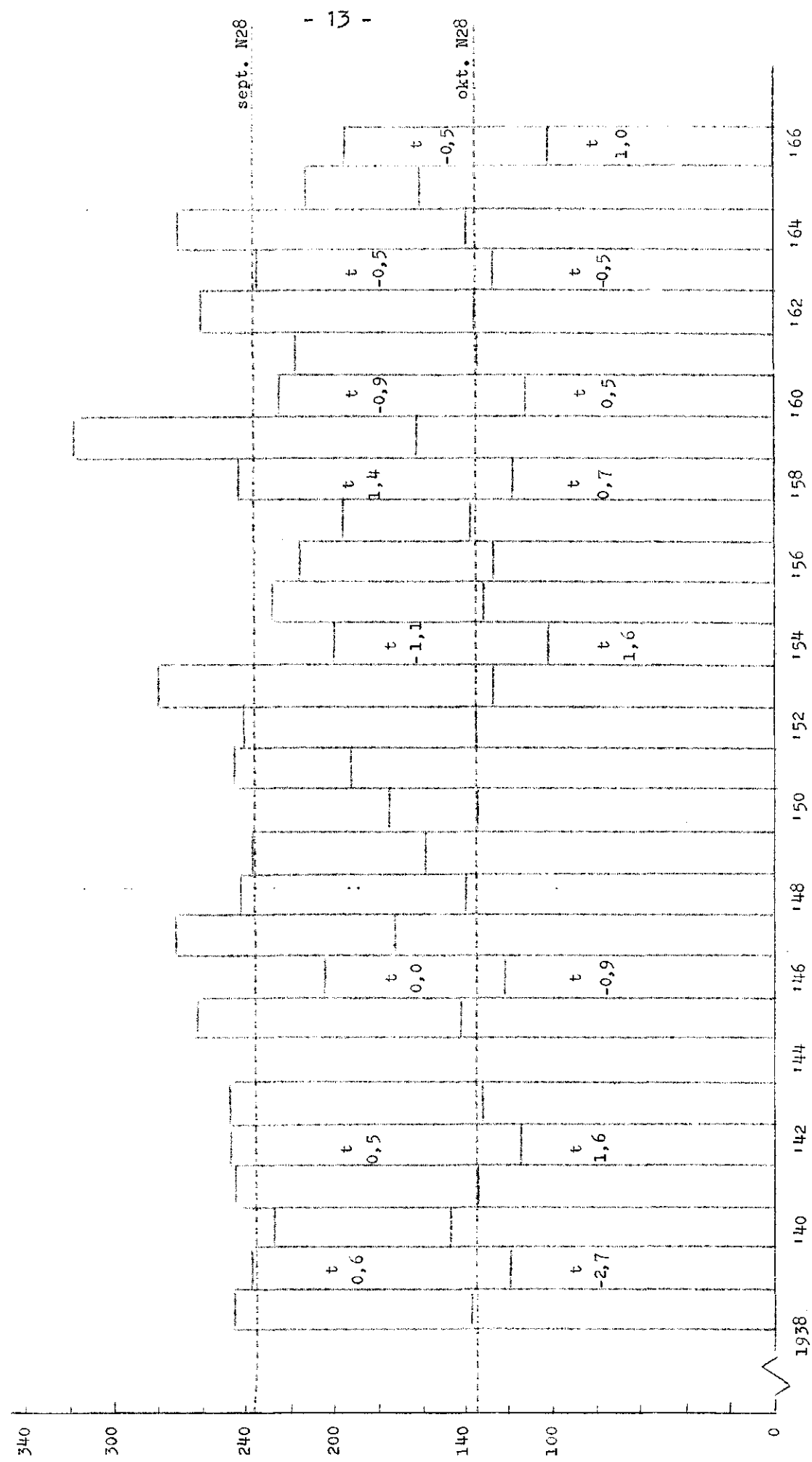


Fig. 3. Dagelijkse straling te Wageningen van 1 sept. - 31 okt. 1966 en een veeljarig gemiddelde

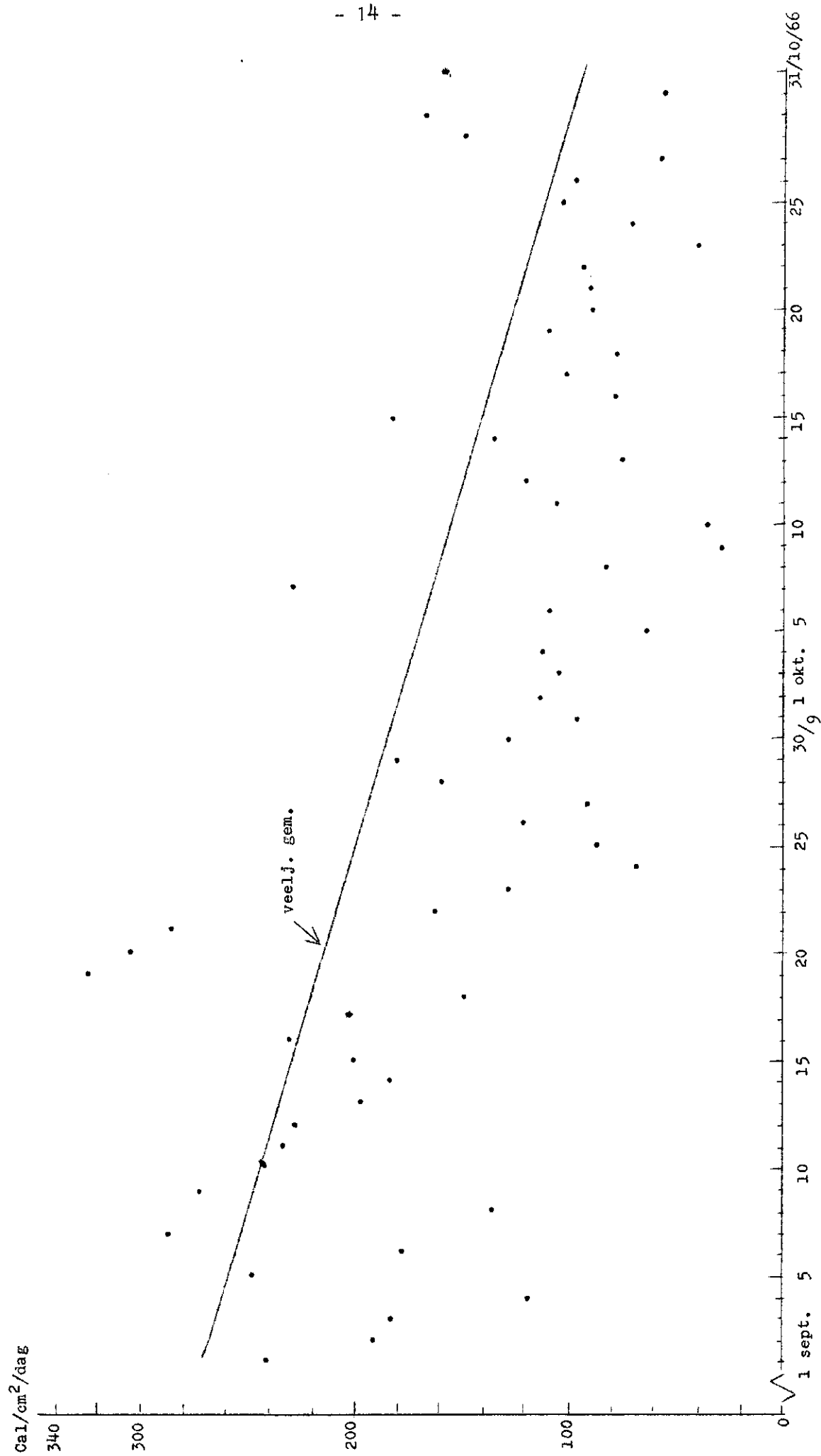
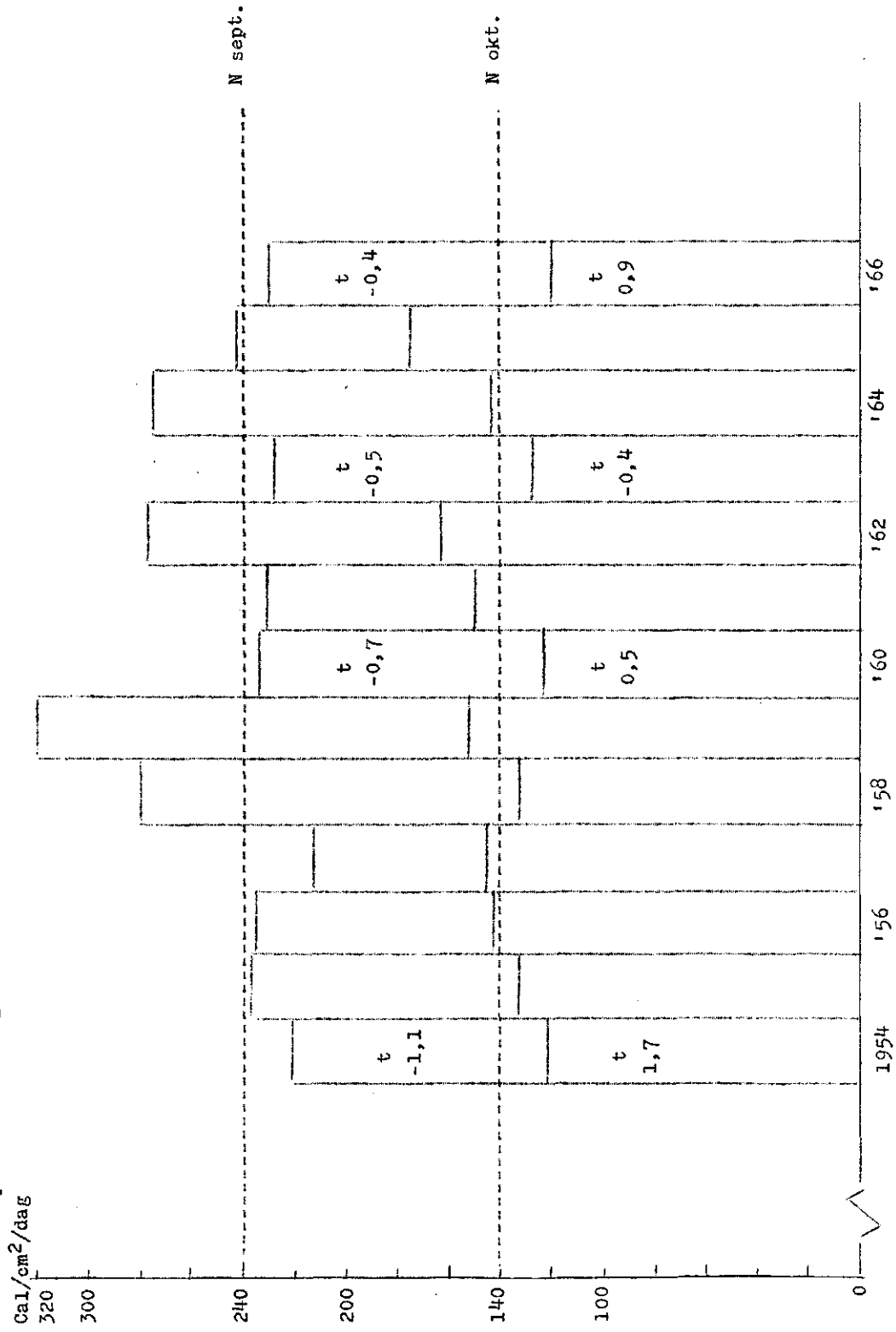


Fig. 4. Globale jaarlijkse straling te De Bilt in september en oktober en enkele afwijkingen van de gemiddelde temperatuur overdag



In 1958 is het verschil dus gering en was de straling in september gunstig (zie fig. 2 en 4). Daarom wordt het weer in de herfst van 1958 in het volgende buiten beschouwing gelaten.

In oktober 1966 was dus de straling in De Bilt gunstiger dan in Wageningen. Uit het maandelijks overzicht der weersgesteldheid van het KNMI te De Bilt blijkt dat de straling bij de kust nog gunstiger is geweest. De mogelijkheid moet dus niet uitgesloten worden dat verder landinwaarts de straling nog ongunstiger was. Voor Beek in Zuid-Limburg gaat dit evenwel niet op.

## 2. Duur van de zonneshijn

Van de lichtintensiteit zijn voor een lange reeks van jaren alleen gegevens bekend van Wageningen. Om toch iets meer te weten over het licht in andere plaatsen is aandacht geschonken aan de zonneshijnduur. Voor plaatsen die niet dicht bij de kust liggen zijn gegevens (20) beschikbaar van Eelde-Groningen, De Bilt en Beek-Maastricht. De zonneshijnduur wordt opgegeven als percentage zonneshijn.

Het percentage zonneshijn is alleen nagegaan voor de herfstten die het meest interessant zijn in verband met de straling en de temperatuur. Uit volgende paragrafen blijkt dat dit de herfstten van 1942, 1954, 1960 en 1966 zijn. Gegevens over deze herfstten worden vermeld in tabel 4.

Tabel 4. Afwijkingen van de zonneshijn, temperatuur en neerslag in september en oktober van enkele jaren

Omschrijving	1942		1954		1960		1966	
	sept.	okt.	sept.	okt.	sept.	okt.	sept.	okt.
<u>Zonneshijn (%)</u>								
Eelde/Groningen	- 2	- 7	- 2	-12	- 4	-16	- 3	-10
De Bilt	1	-15	-10	-13	- 4	-13	- 5	- 9
Beek/Maastricht	- 4	- 8	- 9	- 6	- 7	-13	0	-10
<u>Gem. overdagtemp. (°C)</u>								
Eelde/Groningen	0,9	2,0	- 0,6	1,1	- 0,5	0,6	- 0,4	1,0
De Bilt	0,7	2,2	- 0,8	2,0	- 0,7	0,6	- 0,4	0,9
Winterswijk	1,0	2,0	- 0,5	2,2	- 0,9	0,9	- 0,5	1,4
Gemert	1,1	2,2	- 1,1	1,7	- 1,1	0,6	- 0,5	1,2
Beek	1,4	2,4	- 0,6	2,0	- 1,1	0,7	- 0,4	1,6
<u>Gem. etmaaltemp. (°C)</u>								
Eelde	x	x	- 0,3	2,4	- 0,5	0,9	- 0,5	1,1
De Bilt	x	x	- 0,6	2,3	- 0,6	1,0	- 0,5	1,0
Beek/Maastricht	x	x	- 0,4	2,1	- 1,0	0,9	- 0,4	1,7
<u>Neerslag (mm)</u>								
Eelde/Groningen	-23	48	27	37	- 8	19	-14	4
De Bilt	-22	28	20	20	-20	73	-21	- 20
Winterswijk	- 6	14	17	29	9	35	-40	23
Gemert	3	- 4	16	28	11	101	-39	24
Beek/Maastricht	10	6	7	24	53	64	-26	60

x = geen waarnemingen

Uit tabel 4 blijkt dat de afwijkingen van een gemiddelde in september geringer waren dan in oktober.

Bij de drie stations bestaat weinig onderling verschil in de afwijkingen van oktober 1966 of 1960. In Beek-Maastricht gaf oktober 1954 en 1942 relatief meer zon dan in De Bilt. Voor Eelde-Groningen geldt dit eveneens voor oktober 1942.

De conclusie over het percentage zonneshijn in de aangegeven jaren bij de drie genoemde stations is, dat over het algemeen tussen deze stations geen groot verschil in de afwijking van het percentage zonneshijn voorkomt.

### 3. Temperatuur

Bij het zoeken naar de herfstten die sterk overeenkomen met die van 1966 is in verband met de groei van de planten de temperatuur van belang. Nu is het begrip temperatuur geen vaststaand gegeven en er moet dus worden vermeld welke temperatuur wordt bedoeld, bij voorbeeld de temperatuur op bepaalde tijdstippen, de maximum- en/of minimumtemperatuur in een bepaalde tijd, de gemiddelde etmaal- of de gemiddelde overdagtemperatuur.

In de vorige paragrafen is geschreven over de gemiddelde globale straling per dag van een maand of over het gemiddelde zonneshijnpercentage per maand. Hierbij aansluitend zal wat de temperatuur betreft gelet worden op de gemiddelde overdag- en etmaaltemperatuur per maand.

#### 3.1. De temperatuur overdag

Als overdagtemperatuur wordt door De Bilt genomen het gemiddelde van de temperatuur om 8,14 en 17 uur.

De overdagtemperatuur in Wageningen wordt helaas slechts sinds kort opgegeven. Deze temperatuur moet voor een lange reeks van jaren dus benaderd worden. Omdat Wageningen tussen De Bilt en Winterswijk ligt en tweemaal zo dicht bij De Bilt als bij Winterswijk is als benadering genomen het gemiddelde van de overdagtemperaturen in september resp. oktober voor genoemde plaatsen. In verband met de afstanden is aan de waarnemingen te De Bilt een twee keer zo groot gewicht toegekend als aan die te Winterswijk.

De afwijkingen van de overdagtemperatuur ten opzichte van een veeljarig gemiddelde zijn voor de maanden oktober met een geringe straling in Wageningen en De Bilt resp. aangegeven in de figuren 2 en 4. Voor het gemiddelde van figuur 2 tellen de 28 jaren waarvan de straling bekend is; voor het gemiddelde van figuur 3 telt het veeljarig gemiddelde zoals dat door het KNMI voor de desbetreffende jaren is opgegeven.

Uit figuur 2 blijkt dat in 1942 en 1954 de gemiddelde overdagtemperatuur in oktober nog hoger was dan in 1966. In 1960 was de temperatuur wel lager dan in 1966 maar toch boven normaal. In 1939, 1946 en 1963 was hij beneden normaal; oktober was toen dus somber en koel.

Voor 1954-1966 stemmen deze waarnemingen overeen met die welke in figuur 4 worden vermeld.

De conclusie over de straling en de overdagtemperatuur in oktober is, dat de jaren 1960, 1954 en 1942 het meest met oktober 1966 overeenkomen: somber en relatief warm.

Wordt voor die jaren eveneens acht geslagen op de straling en de temperatuur in de maand september, dan blijkt dat in 1954 de straling ongeveer even groot was en de temperatuur nog lager dan in september 1966. In 1960 was de straling hoger dan in 1966, maar toch geringer dan het gemiddelde; de temperatuur was lager dan in 1966 maar lag boven het veeljarig gemiddelde. In 1942 lagen de straling en de temperatuur iets boven het gemiddelde.

De conclusie over de straling en de overdagtemperatuur in september van deze jaren is dat de onderlinge verschillen zo gering zijn, dat een verdere onderlinge vergelijking van het weer in de herfstten van 1942, 1954, 1960 en 1966 wel zin heeft.



De temperatuurgegevens in de figuren 2 en 4 zijn gebaseerd op waarnemingen te De Bilt en Winterswijk. Voor verdere inlichtingen wordt in tabel 4 de afwijking van de gemiddelde overdagtemperatuur in september en oktober ten opzichte van een veeljarig gemiddelde gegeven voor nog drie andere stations. De veeljarige gemiddelden die voor tabel 4 werden gebruikt zijn de gemiddelden die het KNMI bij de desbetreffende jaren en stations gebruikt.

Uit tabel 4 blijkt dat over het algemeen de verschillen in afwijkingen van de stations niet groot zijn. Alleen in oktober 1954 was in Eelde de overdagtemperatuur de helft minder boven normaal dan in De Bilt en Winterswijk.

### 3.2. Etmaaltemperatuur

De etmaaltemperatuur is de temperatuur die het gemiddelde vormt van de uurlijkse waarnemingen binnen een etmaal.

De etmaaltemperatuur in september en oktober 1966 en van een 80-jarig gemiddelde (21) worden in figuur 5 aangegeven. In figuur 5 valt het op dat in oktober vóór de 26e de etmaaltemperatuur in De Bilt slechts één keer beneden een veeljarig gemiddelde is geweest.

De afwijkingen van de gemiddelde etmaaltemperatuur van september en oktober ten opzichte van een veeljarig gemiddelde zijn voor 1966 en twee andere jaren in tabel 4 aangegeven. Voor 1942 werd de gemiddelde etmaaltemperatuur nog niet in de maandoverzichten der weersgesteldheid vermeld.

Uit tabel 4 blijkt dat de maanden september en oktober van 1960 volgens de gemiddelde etmaaltemperatuur nog meer met die van 1966 overeenkomen dan volgens de gemiddelde overdagtemperatuur.

### 4. Hoeveelheid neerslag

De afwijkingen van de hoeveelheid neerslag ten opzichte van een veeljarig gemiddelde worden voor twee maanden, vier jaren en vijf stations in het laatste gedeelte van tabel 4 vermeld.

Volgens tabel 4 is september 1966 over het algemeen droger geweest dan in de andere drie jaren. Dit geldt eveneens, maar soms in mindere mate, voor oktober.

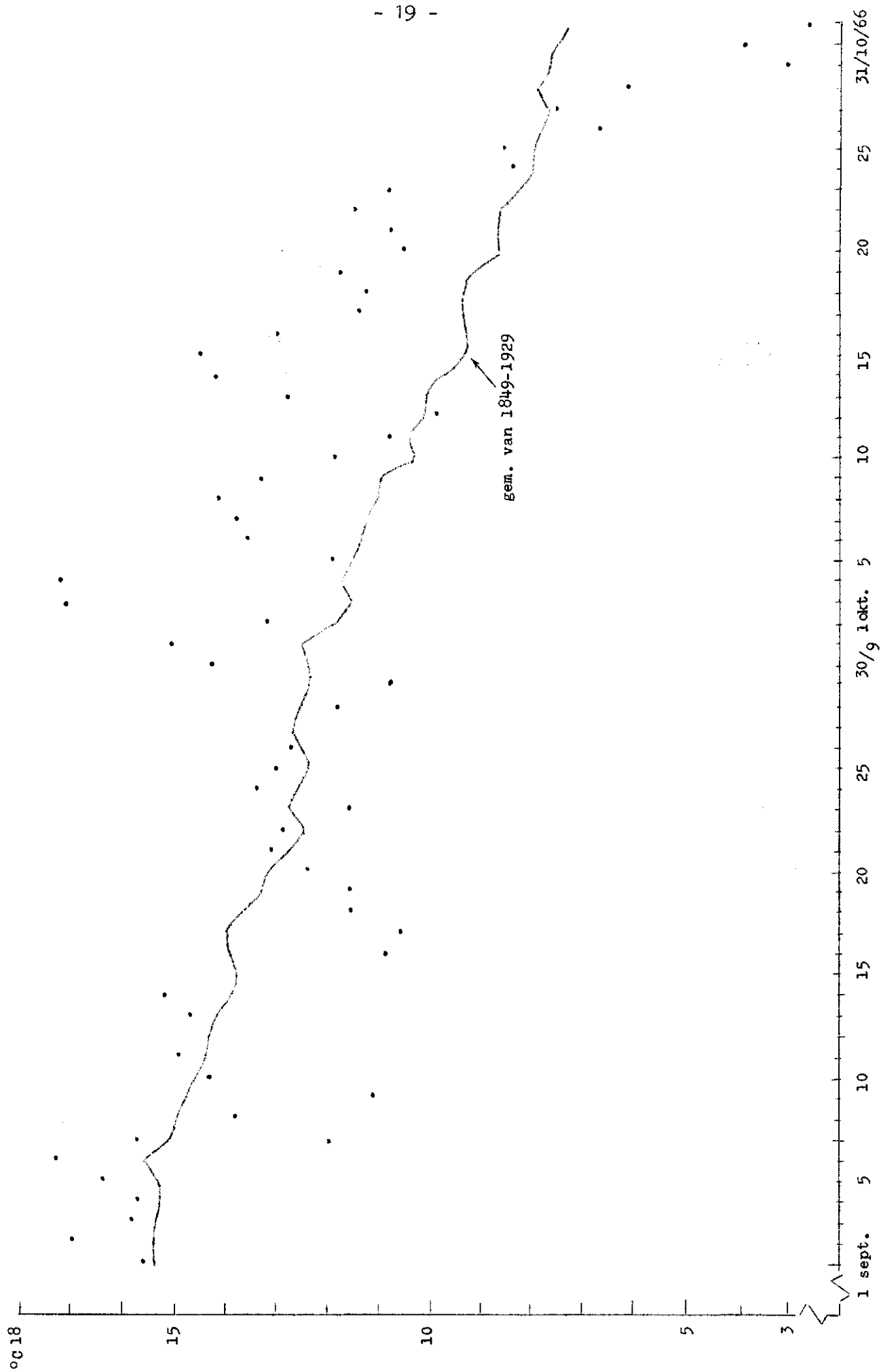
Oktober 1966 en oktober 1942 zijn tamelijk nat geweest en plaatselijk iets droog; oktober 1954 was tamelijk nat en oktober 1960 nat.

### 5. Combinatie van de lichtintensiteit, de temperatuur en de neerslag

In de vorige paragrafen is oktober 1942, 1954 en 1960 vooral vergeleken met die van 1966 vanwege de sterke overeenkomst: somber en relatief warm. Wordt daarbij de hoeveelheid neerslag in aanmerking genomen, dan wordt de overeenkomst geringer, want oktober was in 1966 over het algemeen (iets) droger dan in de drie andere jaren. Het is nu de vraag of de verschillen in de hoeveelheid neerslag van groot belang geweest kunnen zijn voor het nitraatgehalte van stoppelknollen.

Vanuit het buitenland en volgens proeven van Deinum (zie figuur 1) is bekend, dat grote droogte nitraatverhogend kan werken. In de afgelopen herfst is geen uitzonderlijke droogte voorgekomen, want de stoppelknollen groeiden over het algemeen goed. Slechts op enkele plaatsen bevonden zich stoppelknollen die in oktober misschien over te weinig vocht beschikten. Over nitraatgehalten van zulke stoppelknollen is evenwel niets bekend. Wel weten we dat er veel monsters nitraatrijke stoppelknollen getrokken zijn uit een mals gewas. Dit is bepaald niet een indicatie voor een te droge grond en het lijkt er dus niet op dat de gemiddeld geringste hoeveelheid neerslag in oktober van veel belang is geweest om een gevaarlijk nitraatgehalte tot stand te brengen. Hoewel het weer in oktober 1966 mogelijk nog

Fig. 5. Dagelijkse etmaaltemperatuur te De Bilt van 1 sept. tot 31 okt. 1966 en een veeljarig gemiddelde



het meest ongunstig is geweest voor de nitraatgehalten van stoppelknollen, lijkt overigens het weer in de vier herfstten vrij goed overeen te stemmen ten aanzien van de mogelijke beïnvloeding van nitraatgehalten. Dit betekent dat het weer in 4 van de 28 jaren ongeveer in dezelfde mate ongunstig is geweest voor het nitraatgehalte van stoppelknollen. Toch is niet eerder bekend gemaakt dat na opname van stoppelknollen nitraatvergiftiging bij het vee optrad. Dit behoeft geen tegenstrijdigheid te betekenen met het voorgaande. Er kan immers mogelijk wel eens nitraatvergiftiging van vee door stoppelknollen zijn voorgekomen, zonder dat het geconstateerd of bekend gemaakt is. Het zal evenwel zeker niet zo veelvuldig zijn voorgekomen als in 1966. De doorslaggevende oorzaak moet daarom waarschijnlijk buiten het weer worden gezocht. Het ligt voor de hand dit te zoeken in het feit dat de laatste jaren in verhouding tot voorgaande jaren vaak later is gezaaid en zwaarder of later met stikstof en organische meststof is bemest (22). Dit betekent dat goed op de cultuurmethode moet worden gelet.

#### IV. NITRAATGEHALTEN IN AFHANKELIJKHEID VAN DE ZAAITIJD EN DE STIKSTOFBEMESTING

Het PAW beschikte in de herfst van 1966 over een zaaitijdenproef van stoppelknollen bemest met 81 of 115 kg N/ha als kas. Dit proefveld (PAW 1322-1966) had drie parallellen en lag op een esgrond in Lunteren. Als voorvrucht dienden consumptie-aardappelen die o.a. met stalmest waren bemest. Voor de eerste vier zaaitijden is het vroege ras Doré gepoot en voor de volgende drie zaaitijden het middenvroeg ras Dalco. De aardappelen zijn steeds vlak voor het zaaien van de stoppelknollen gerooid.

De eerste zaaitijd was 7 juli; de latere zaaitijden waren steeds een week later met 18 augustus als laatste datum. Er waren 2 stikstofhoeveelheden ten einde na te gaan of met  $3\frac{1}{2}$  baal kas/ha reeds voldoende stikstof gegeven was ter verkrijging van de hoogste opbrengst. De stoppelknollen werden geoogst wanneer het blad begon te verwelken.

De nitraatgehalten en de opbrengsten worden in figuur 6 aangegeven, de nitraatgehalten van het loof en van de knollen bemest met 115 kg N/ha, het plantgetal en de oogstdata in figuur 7, en de nitraatgehalten van loof, knol en het gehele gewas in bijlage 1.

Uit figuur 6 blijkt duidelijk dat later zaaien dan 21 juli een hoger nitraatgehalte geeft, evenals een zwaardere stikstofbemesting. Door later te zaaien dan 21 juli werd tot 18 augustus het nitraatgehalte per week bijna 0,4 % hoger. Met 115 kg N/ha t.o.v. 81 kg N/ha was het nitraatgehalte, onafhankelijk van de zaaitijd, ongeveer 0,7 % hoger.

Later zaaien ging gepaard met een lagere opbrengst. Met 5 baal kas/ha werd geen hogere opbrengst verkregen dan met  $3\frac{1}{2}$  baal kas per ha (De opbrengst van de laatste zaaitijd is in verband met een zaaifout van de machine niet bepaald).

De nitraatgehalten van de knollen die gezaaid zijn vóór 21 juli waren hoger dan die van de op genoemde datum gezaaide. Dit lijkt in strijd met de verwachting bij goed onderling vergelijkbare omstandigheden. Er zijn echter wel aanwijzingen voor de oorzaak van het hoger  $\text{NO}_3$ -gehalte. Vlak voor de eerste zaaitijden zijn namelijk de aardappelen gerooid die nog volop groeiden. Mede in verband met de tijd van het jaar kon verwacht worden dat alle (spoedig) beschikbare stikstof nog niet verbruikt was. De knollen van de eerste zaaitijden hadden daardoor meer stikstof ter beschikking dan de later gezaaide, waardoor een hoger  $\text{NO}_3$ -gehalte in de planten kon ontstaan. Bij de later gezaaide knollen hebben de aardappelen langer van de bodemstikstof kunnen profiteren.

In verband met deze gedachtengang zou verwacht worden dat het  $\text{NO}_3$ -gehalte van de op 14 juli gezaaide knollen lager zou zijn dan van de op 7 juli gezaaide. Voor gezaaide mergkool die op hetzelfde perceel onder vergelijkbare omstandigheden groeide, is dit ook geconstateerd. De  $\text{NO}_3$ -gehalten voor de zaaitijden 7, 14 en 21 juli waren resp. 3,44, 2,99 en 2,40 %  $\text{NO}_3$  in de droge stof. Dat het  $\text{NO}_3$ -gehalte van de op 14 juli gezaaide stoppelknollen hoger is dan dat van de op 7 juli gezaaide, zal zeer waarschijnlijk een gevolg zijn van het veel lagere plantgetal bij de op 14 juli gezaaide knollen (zie figuur 7). Hierdoor is per plant meer en langer stikstof ter beschikking; het  $\text{NO}_3$ -gehalte wordt dan hoger (vergelijk met hoofdstuk II, paragraaf 1). Het plantgetal was lager doordat de knollen bij de opkomst blootgestaan hebben aan een stortbui die ca. 100 mm regen gaf.

Uit figuur 7 blijkt dat op dit perceel meer nitraat in de knollen dan in het loof voorkwam. Er is alleen een uitzondering voor de laatste oogsttijd. Bij de bemesting met  $3\frac{1}{2}$  baal kas per ha werd hetzelfde beeld verkregen; alleen het niveau van het nitraatgehalte lag lager.

Fig. 6. Nitraatgehalten van stoppelknollen in afhankelijkheid van verschillende zaaidata

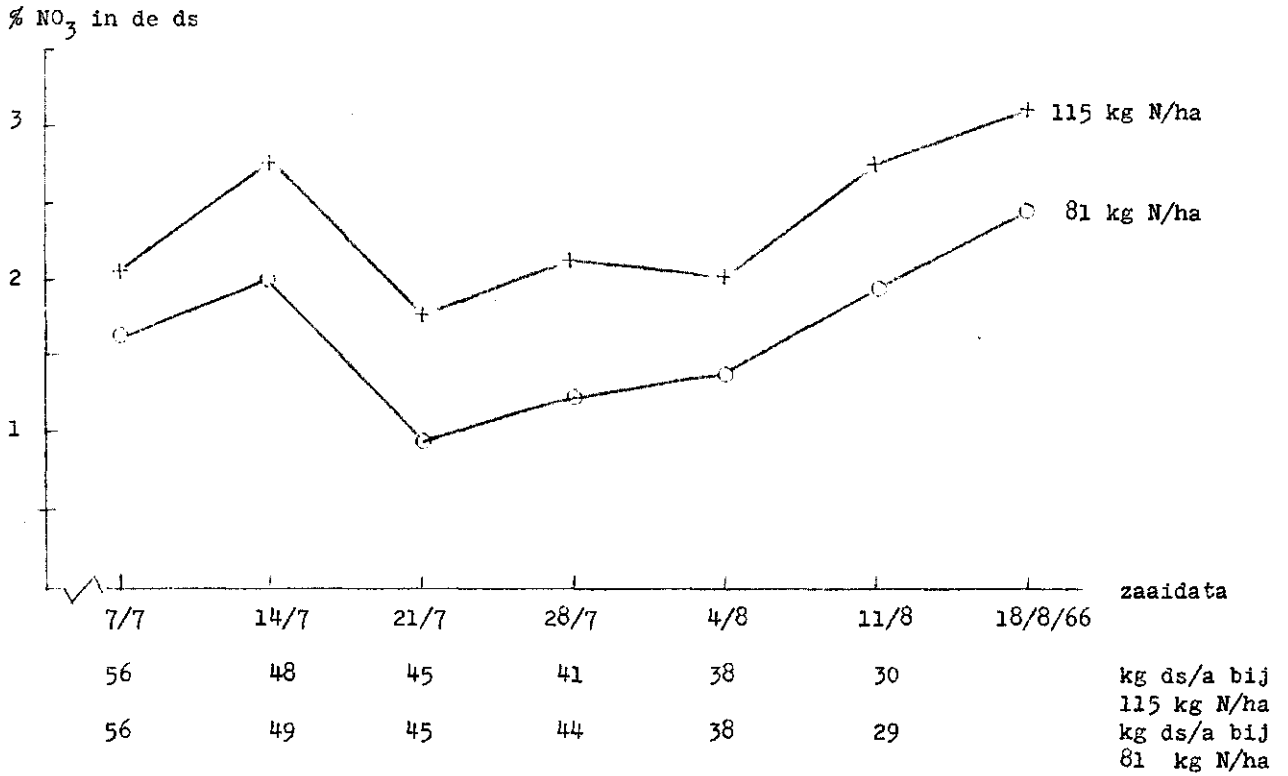
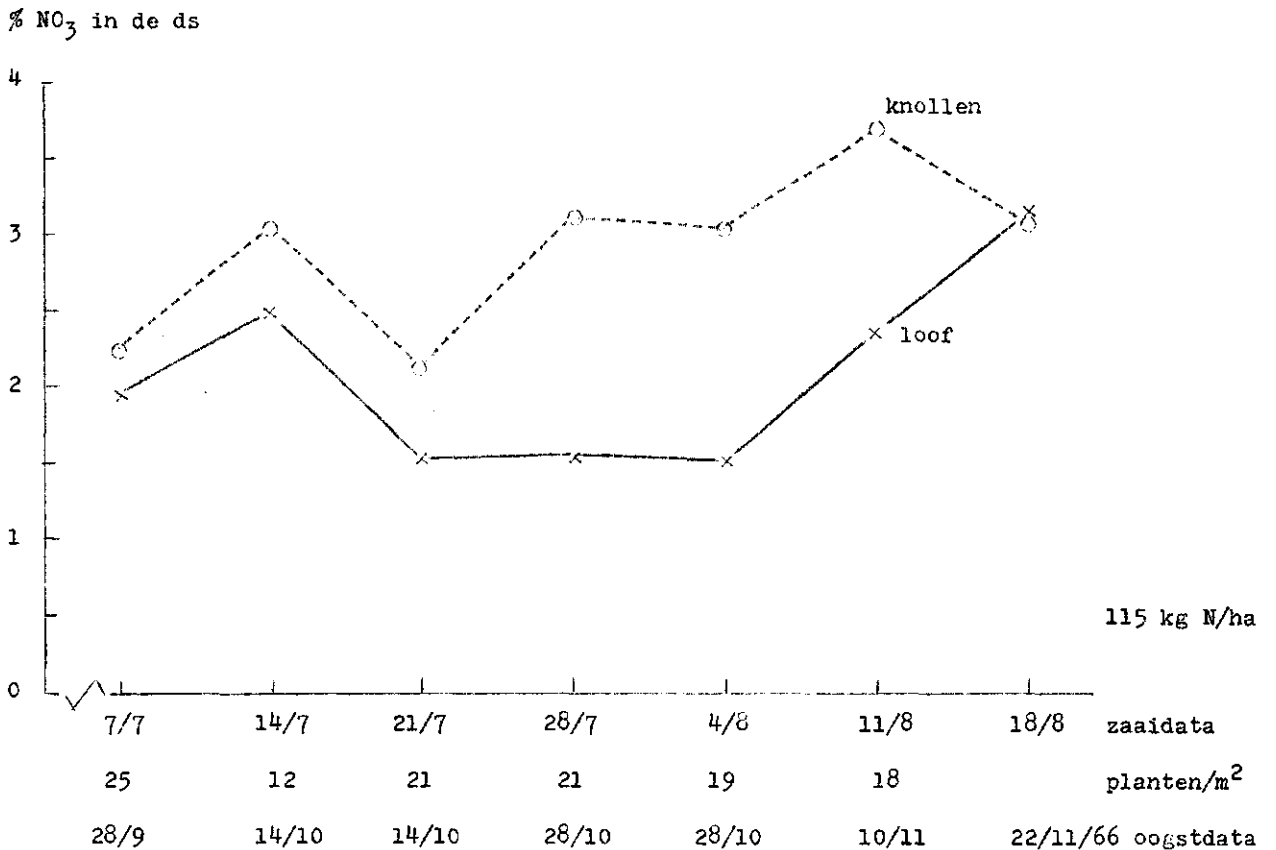


Fig. 7. Nitraatgehalten van het loof en de knol van stoppelknollen bemest met 115 kg N/ha



## V. VERLOOP VAN HET NITRAATGEHALTE OP DRIE PERCELEN

Direct na het bekend worden van de eerste meldingen over nitraatvergiftiging bij het vee zijn op drie bedrijven in Noord-Brabant gewasmonsters genomen van percelen stoppelknollen die vermoedelijk zeer rijk aan nitraat waren. Op alle drie bedrijven waren namelijk dieren gestorven. Nadat bleek dat het vermoeden juist was, is besloten op ieder bedrijf het perceel gevaarlijke stoppelknollen regelmatig te bemonsteren.

De percelen lagen te:

1. Asten
2. Oploo
3. Maarheeze

De waarnemingen op deze bedrijven worden eerst afzonderlijk besproken en vervolgens met elkaar vergeleken.

### 1. Perceel te Asten

Op het bedrijf in Asten zijn een paar uren na het voederen van stoppelknollen 8 van de 16 pinken gestorven en zijn 4 geruime tijd bewusteloos geweest. De dieren hadden reeds een maand knolgroen gevreten. De gevaarlijke knollen kwamen van een nieuw perceel. Deze knollen waren 10 augustus gezaaid na de voorvrucht winterrogge. De rogge was zwaar bemest met stalmest, maar mislukte, voor een groot deel door wateroverlast.

Ook de stoppelknollen werden zwaar bemest, te weten met 52 kg N als kas, 22 ton stalmest en 10 000 l varkensgier per ha.

De nitraatgehalten worden aangegeven in de figuren 8 en 9 en in bijlage 2.

Van de partij knollen waarvan de dieren hadden gevreten en waarvan het resterende deel naar het land was teruggebracht, is één monster genomen. De nitraatgehalten hiervan waren zeer hoog. Dit kan mede veroorzaakt zijn door ademhalingsverliezen, waardoor droge stof verloren gaat en het percentage  $\text{NO}_3$  in de resterende ds hoger wordt.

De monsters van de vaststaande knollen zijn genomen van een smalle strook langs het reeds geplukte deel. In de eerste helft van november was het  $\text{NO}_3$ -gehalte van deze knollen zeer hoog, maar daalde snel. De daling zette zich in geringere mate voort tot half december. Half december was het nitraatgehalte echter nog te hoog, d.w.z. hoger dan 3 %.

Uit figuur 9 blijkt duidelijk dat vóór 17 november zich meer  $\text{NO}_3$  in het loof bevond dan in de knollen en daarna minder. Na 10 november daalt het percentage  $\text{NO}_3$  in de knol niet of slechts in geringe mate; in het loof blijft het nitraatgehalte dalen.

Eind november is het grootste gedeelte van het perceel - exclusief de bemonsteringsstrook - door het Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwprodukten geëntsileerd. Er zijn drie kuiltjes gemaakt, nl. één warme kuil en twee koude, waarvan één zonder toevoeging en de ander met toevoeging van A.I.V.-zuur.

Uit het nog niet gepubliceerde onderzoek bleek dat in de warme kuil zeer weinig nitraat aanwezig was - nog ongeveer 1/20 deel - en dat uit de koude kuilen ongeveer de helft van het oorspronkelijk aanwezige nitraat was verdwenen; door de A.I.V.-zuurtoevoeging iets minder dan zonder toevoeging.

### 2. Perceel in Oploo

De stoppelknollen in Oploo zijn 22 augustus gezaaid op een perceel dat bestemd was voor tijdelijk grasland. De onder dekvrucht ingezaaide kunstweide is begin augustus met 4 baal kas/ha bemest. Het gras ontwikkelde zich evenwel slecht. Daarom is het land later geploegd en zijn knollen gezaaid. Er is geen stikstof meer gestrooid.

Fig. 8. Percentage  $\text{NO}_3$  in de stoppelknollen van het perceel te Asten  
 $\%$   $\text{NO}_3$  in de droge stof

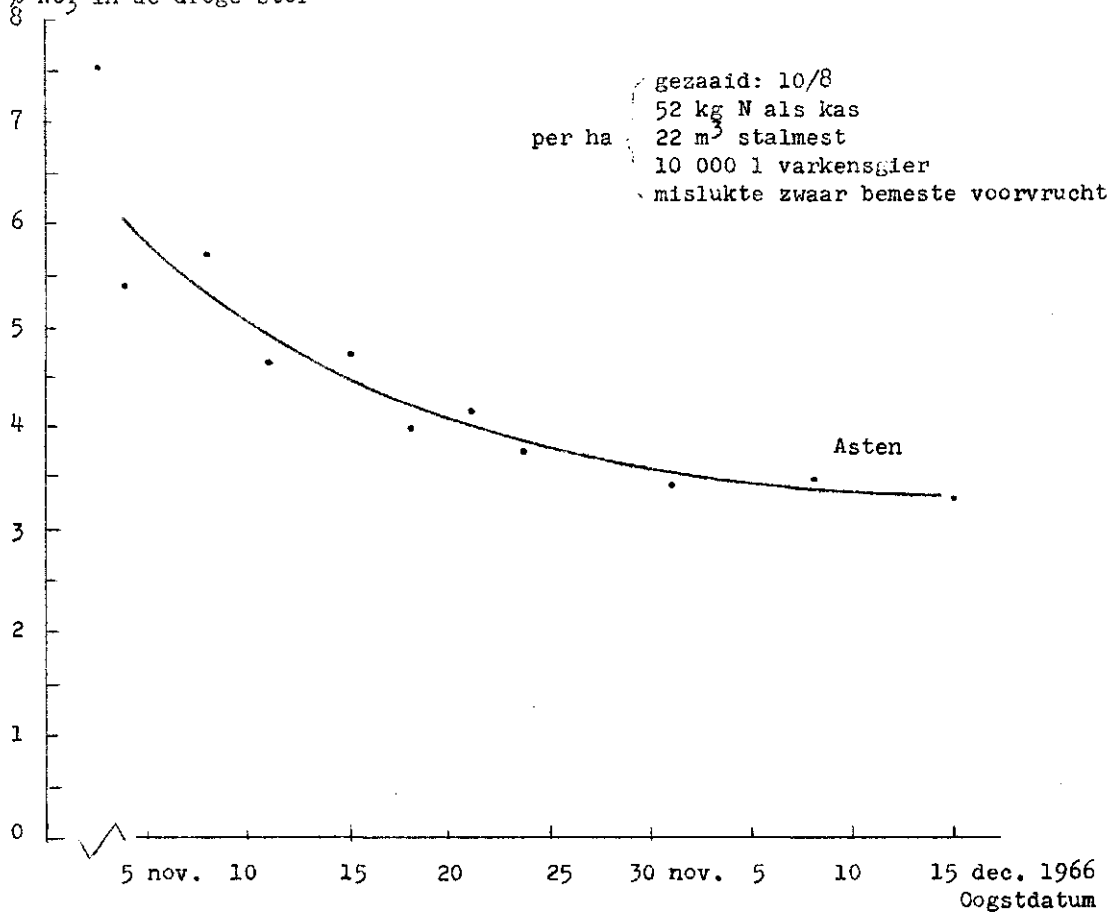
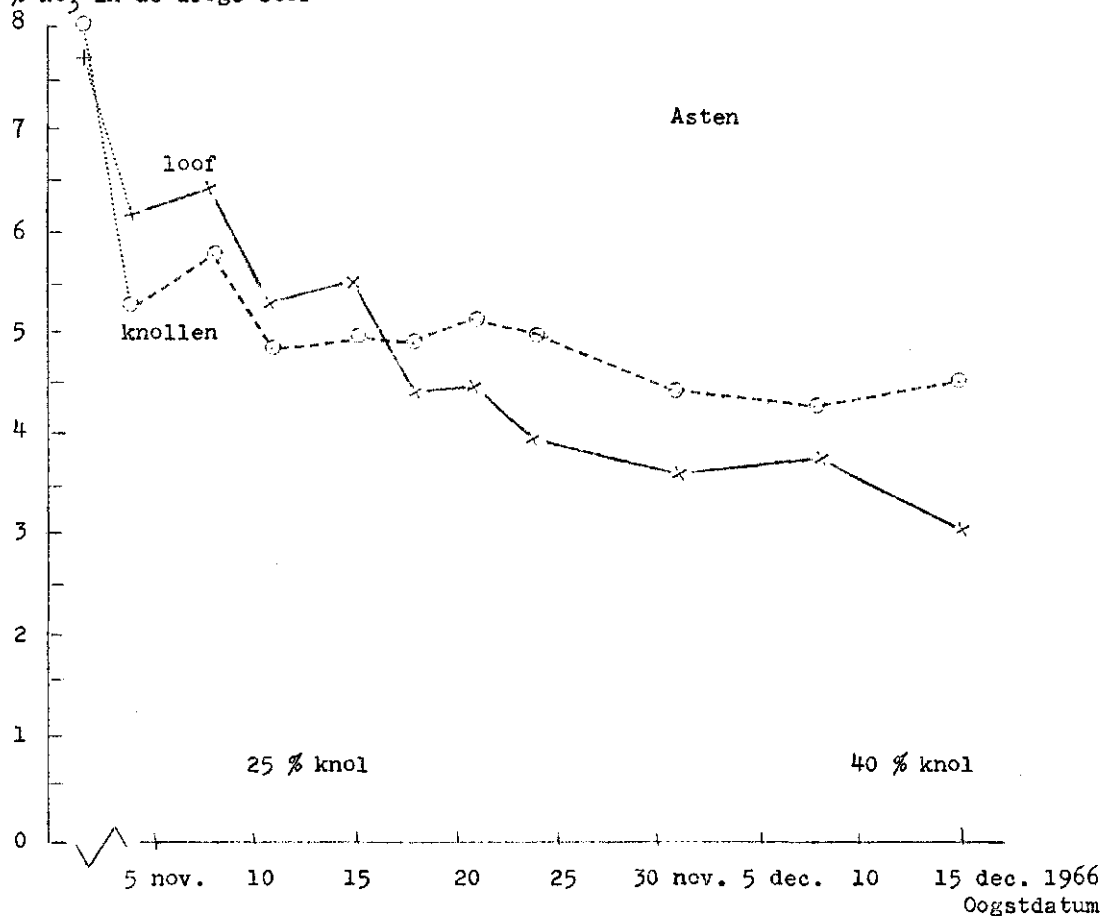


Fig. 9. Percentage  $\text{NO}_3$  in het loof en in de knollen van het perceel te Asten  
 $\%$   $\text{NO}_3$  in de droge stof



Op dit bedrijf zijn na opname van stoppelknollen 5 koeien gestorven; de koeien stonden nog maar enkele dagen op stal. De knollen kwamen van een perceel waarvan voor het eerst was geplukt. Op het geplukte deel worden wel eens akkerbouwprodukten opgeslagen en zijn de gewassen daarna soms geiler. De vóórvoorvrucht bieten waren op die plek geiler, de voorvrucht zomergerst was de afgelopen zomer niet geiler.

De nitraatgehalten van de stoppelknollen worden in de figuren 10 en 11 en in bijlage 3 aangegeven.

Evenals in Asten is ook in Oploo een monster genomen van de partij stoppelknollen waarvan de koeien hebben gevreten en waarvan de rest naar het land is gebracht. Het nitraatgehalte van deze partij was lager dan van die in Asten, maar hoger dan van de (iets) later geplukte knollen. Deze laatste kwamen weer van een strook langs het eerder geplukte deel.

Bij de knollen die periodiek vers zijn geplukt was het nitraatgehalte vóór 15 november slechts weinig hoger dan 3,0 % en daalde daarna langzaam tot 2,4 %. De knollen van dit perceel zijn na 20 november zonder nadelige gevolgen in kleine porties vervoederd.

Uit figuur 11 blijkt dat, evenals in Asten, tussen 15 en 20 november het nitraatgehalte van het loof lager wordt dan dat van de knol. Na 15 november daalt het  $\text{NO}_3$ -gehalte van het loof nog in geringe mate. Bij de knol komt eerst nog een stijging en daarna een langzame daling.

### 3. Perceel in Maarheeze

De stoppelknollen van het periodiek bemonsterde perceel te Maarheeze waren oorspronkelijk niet voor veevoer bestemd maar voor groenbemesting. Ze zijn pas op 29 augustus gezaaid en bemest met 109 kg N/ha als kas en met 15 ton varkensmest per ha. De knollen ontwikkelden zich voorspoedig. Toen ze begin november, in tegenstelling tot die van vroeger gezaaide percelen, nog machinaal waren te trekken, werd besloten ze te vervoederen. Ook op dit bedrijf kreeg het vee dus weer knollen van een perceel waarvan voor het eerst werd geplukt en zijn enige uren daarna twee koeien gestorven, terwijl verscheidene dieren ziek zijn geweest.

Het verloop van het nitraatgehalte in het gewas wordt in de figuren 12 en 13 en in bijlage 4 aangegeven.

Uit figuur 12 blijkt duidelijk dat het  $\text{NO}_3$ -gehalte in het begin van november ca. 6,5 % bedroeg, maar binnen enkele weken daalde tot 4,0 % en vervolgens meer geleidelijk afzakte tot 3,0 %  $\text{NO}_3$ . We hebben hier dus met een jong gewas te doen, dat mede vanwege de leeftijd in het begin van november een zeer hoog  $\text{NO}_3$ -gehalte had.

De knollen zijn half december zonder nadelige gevolgen in zeer kleine hoeveelheden vervoederd.

Uit figuur 13 is af te lezen dat het  $\text{NO}_3$ -gehalte van het loof veel sterker is gedaald dan van de knollen. In het begin van november was dit  $\text{NO}_3$ -gehalte evenwel zoveel hoger dan van de knol, dat het uiteindelijk toch nog iets hoger is gebleven.

### 4. Onderlinge vergelijking van de nitraatgehalten op de drie percelen

In figuur 14 is het verloop van het nitraatgehalte op de drie percelen uitgebeeld. Ter wille van de overzichtelijkheid zijn de afzonderlijke waarnemingen weggelaten.

Het valt in figuur 14 op dat het hoge  $\text{NO}_3$ -gehalte van de stoppelknollen in het begin van november te Maarheeze ongeveer gelijk is aan dat te Asten, maar dat het gehalte van het jongere en minder zwaar bemeste gewas te Maarheeze sneller daalt dan dat te Asten. In Oploo ligt het nitraatgehalte over de gehele linie lager dan bij de andere percelen.



Fig.10. Nitraatgehalte van de stoppelknollen te Oploo

%  $\text{NO}_3$  in de droge stof

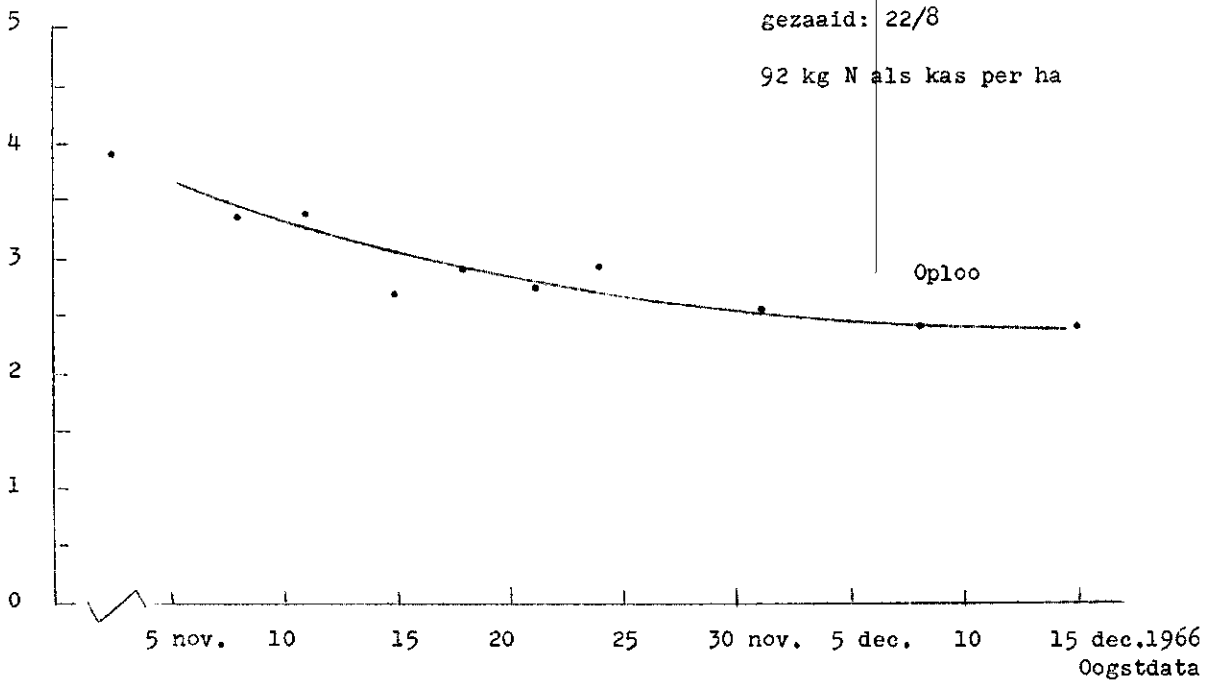


Fig. 11. Percentage  $\text{NO}_3$  in het loof en in de knollen van het perceel te Oploo

%  $\text{NO}_3$  in de droge stof

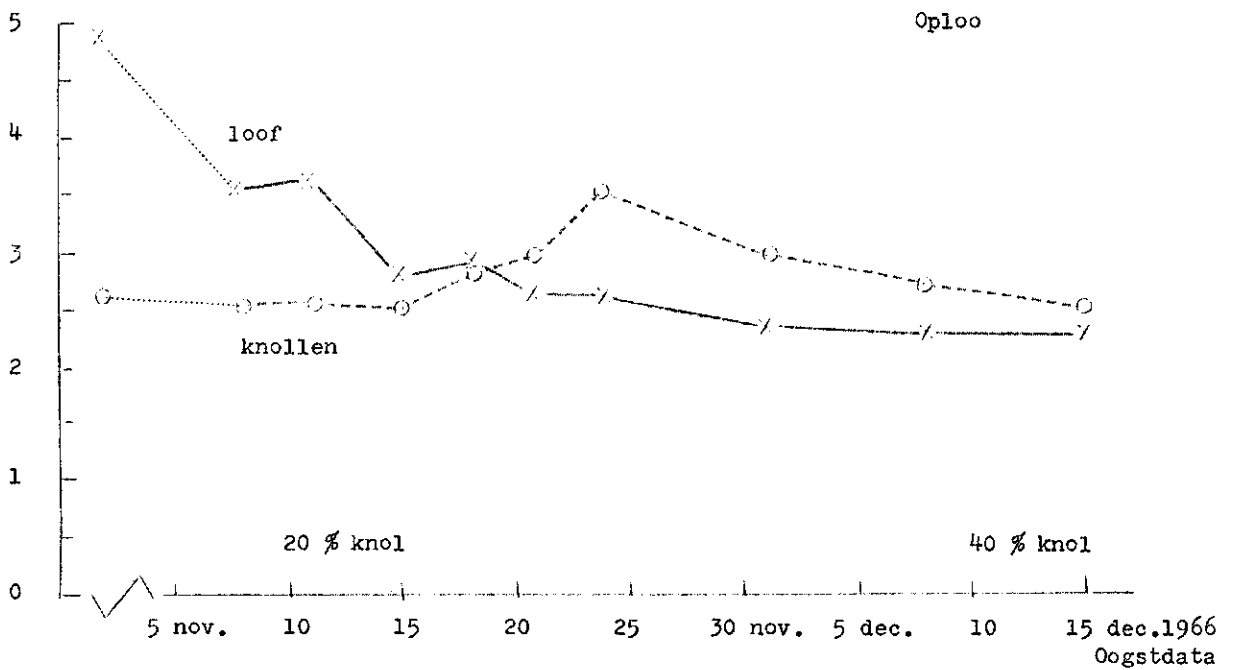


Fig. 12. Percentage  $\text{NO}_3$  in de stoppelknollen van het perceel te Maarheeze

%  $\text{NO}_3$  in de droge stof

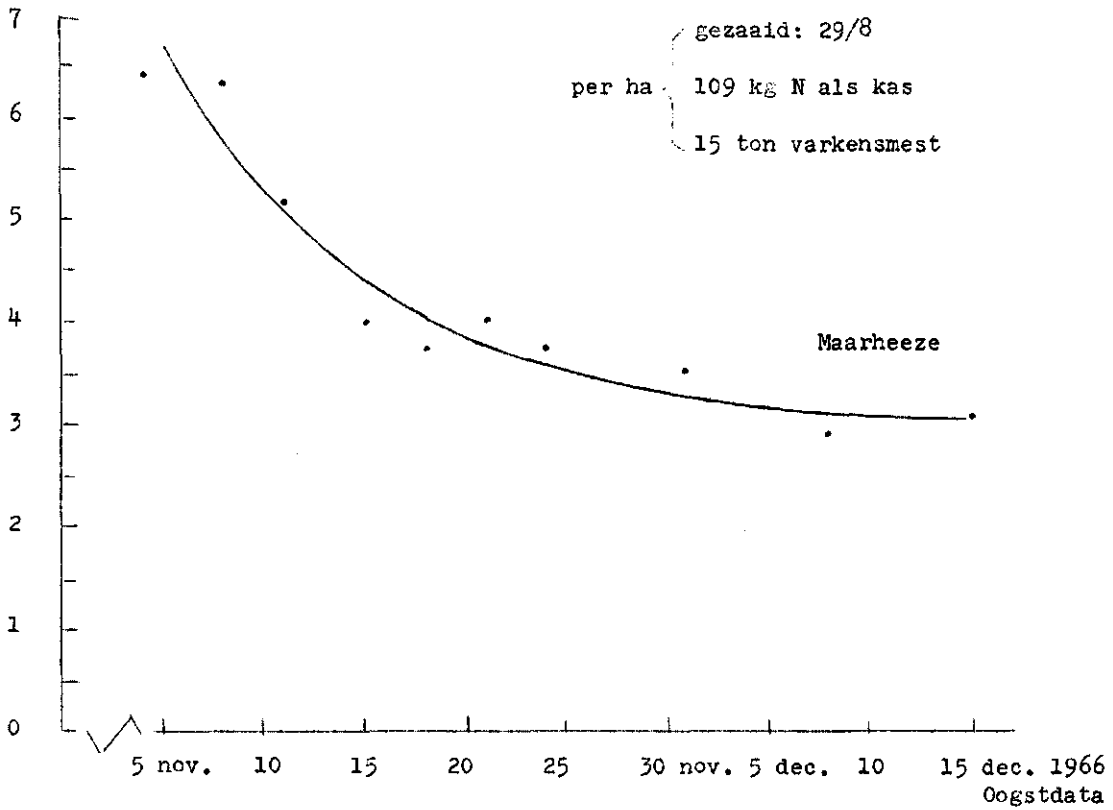


Fig. 13. Percentage  $\text{NO}_3$  in het loof en in de knollen van het perceel te Maarheeze

%  $\text{NO}_3$  in de droge stof

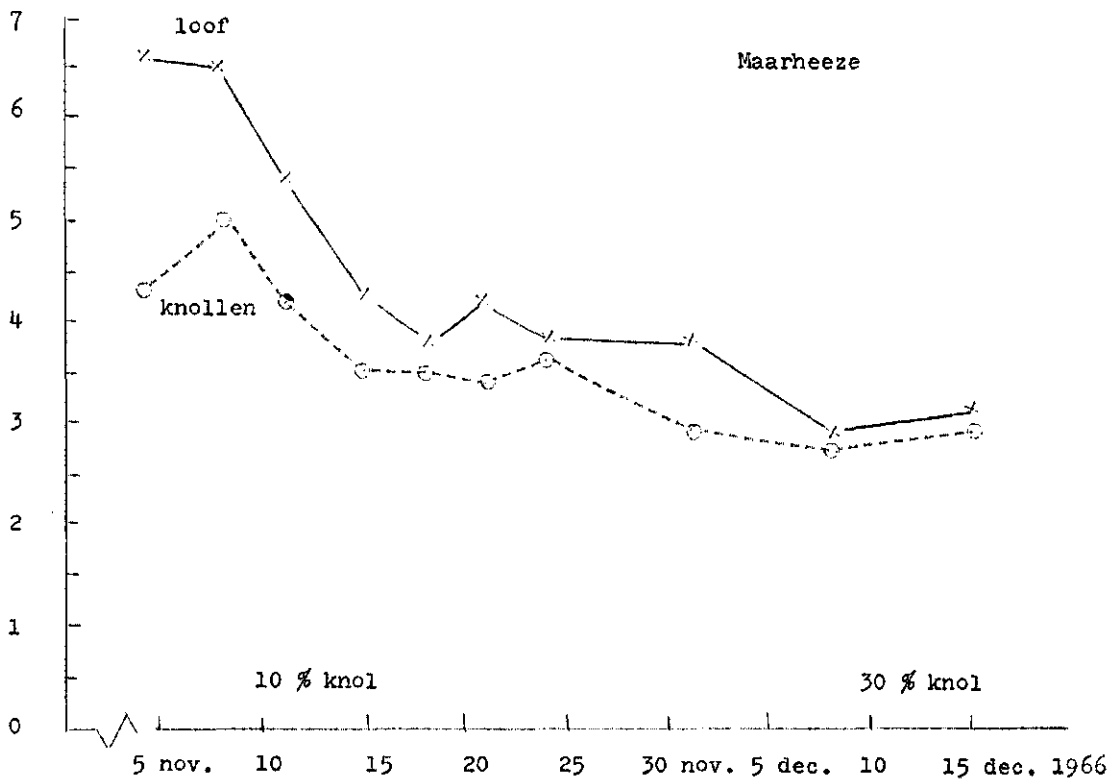
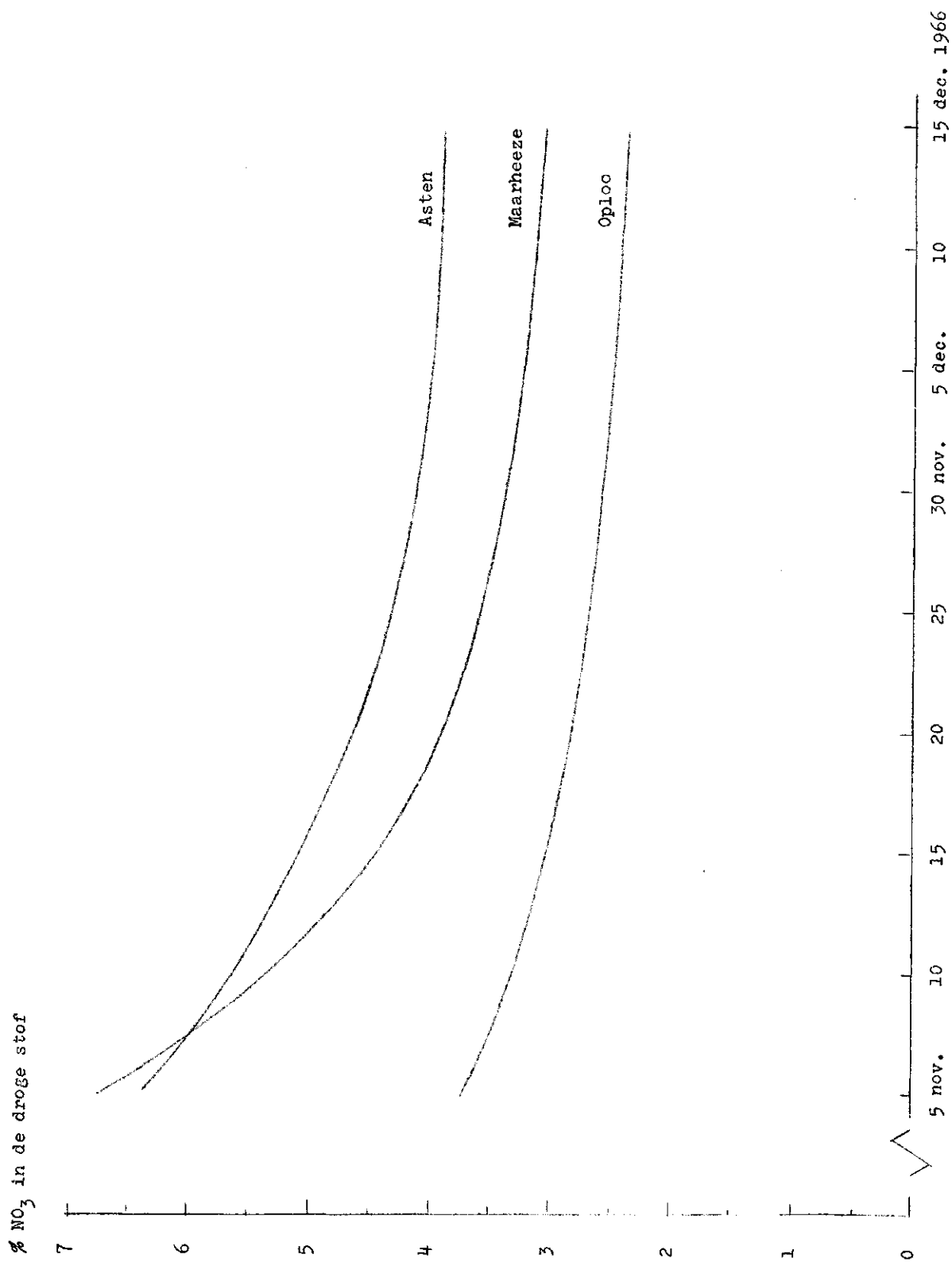


Fig. 14. Het percentage  $\text{NO}_3$  in de stoppelknollen op de drie percelen



Op alle drie percelen daalt het nitraatgehalte na eind november slechts in geringe mate. Mogelijk bestaat er een verband met de globale straling en/of de temperatuur. Met het oog hierop wordt in tabel 5 de straling en de etmaaltemperatuur per 5 dagen te De Bilt aangegeven.

Tabel 5. Globale straling en enkele temperaturen in november en december te De Bilt

Periode	Gem. globale straling cal/cm <sup>2</sup> /dag	Gem. etmaal temp. °C	Datum	Grondtemperatuur om 14 uur in °C; diepte:	
				10 cm	20 cm
Nov. 5-10	81	9,3	Nov. 7	7,9	7,5
11-15	59	3,3	12	6,1	6,5
16-20	47	4,8	17	6,2	6,2
21-25	38	2,9	22	5,8	6,1
26-30	38	5,4	27	7,0	6,7
Dec. 1-5	42	4,5	Dec. 2	5,5	5,5
6-10	24	2,5	7	3,9	4,3
11-15	24	2,5	12	4,7	4,8
Nov. 15-21	43	5,1			

Volgens tabel 5 neemt de straling - evenals het nitraatgehalte - in steeds geringere mate af, maar is de temperatuur nogal aan schommelingen onderhevig. Bij de geringe stralingen moet men zich evenwel afvragen in hoeverre ze nog effect hebben op de omzettingen in de plant.

#### 4.1. Vergelijking van de nitraatgehalten van het loof

In figuur 15 wordt het verloop van het nitraatgehalte in het loof uitgebeeld. Ter wille van de overzichtelijkheid zijn de afzonderlijke waarnemingen die reeds in de figuren 9, 11 en 13 zijn aangegeven, weggelaten.

Bij figuur 15 valt het op dat voor de percelen te Asten en Maarheeze een gelijk verloop van het nitraatgehalte aangegeven kon worden. Het niveau ligt nogal wat hoger dan dat voor Oploo, maar het verschil wordt op den duur steeds geringer; dit verschil is namelijk 2,5 % in het begin van november en nauwelijks 1,0 % half december.

#### 4.2. Vergelijking van de nitraatgehalten van de knol

Het verloop van het nitraatgehalte van de knollen wordt voor de drie percelen in figuur 16 aangegeven. Voor figuur 16 was het niet verantwoord om regelmatig verlopende lijnen te trekken.

Bij figuur 16 valt het op dat in Asten het nitraatgehalte van de knol slechts weinig is gedaald. De knol nam blijkbaar ongeveer evenveel nitraat op als omgezet of getransporteerd werd. Het ruw-eiwitgehalte is tijdens de bemonsteringsperiode gestegen (zie bijlage 2). Dat het nitraatgehalte op zo'n hoog niveau gehandhaafd bleef duidt er vermoedelijk op, dat in de rijkelijk met stalmest bemeste grond voortdurend stikstof gemineraliseerd is die door de knollen geheel of gedeeltelijk is opgenomen.

In Oploo is van 15 tot 25 november het nitraatgehalte in de knol gestegen en daarna weer afgezaakt tot het niveau van vóór 15 november. Het percentage ruw eiwit in de knol is hier in de loop van de tijd wel gestegen, maar bereikte een lager niveau dan te Asten (vergelijk de bijlagen 3 en 2).

Fig. 15. Percentage  $\text{NO}_3$  in het loof van de stoppelknollen

%  $\text{NO}_3$  in de droge stof van het loof

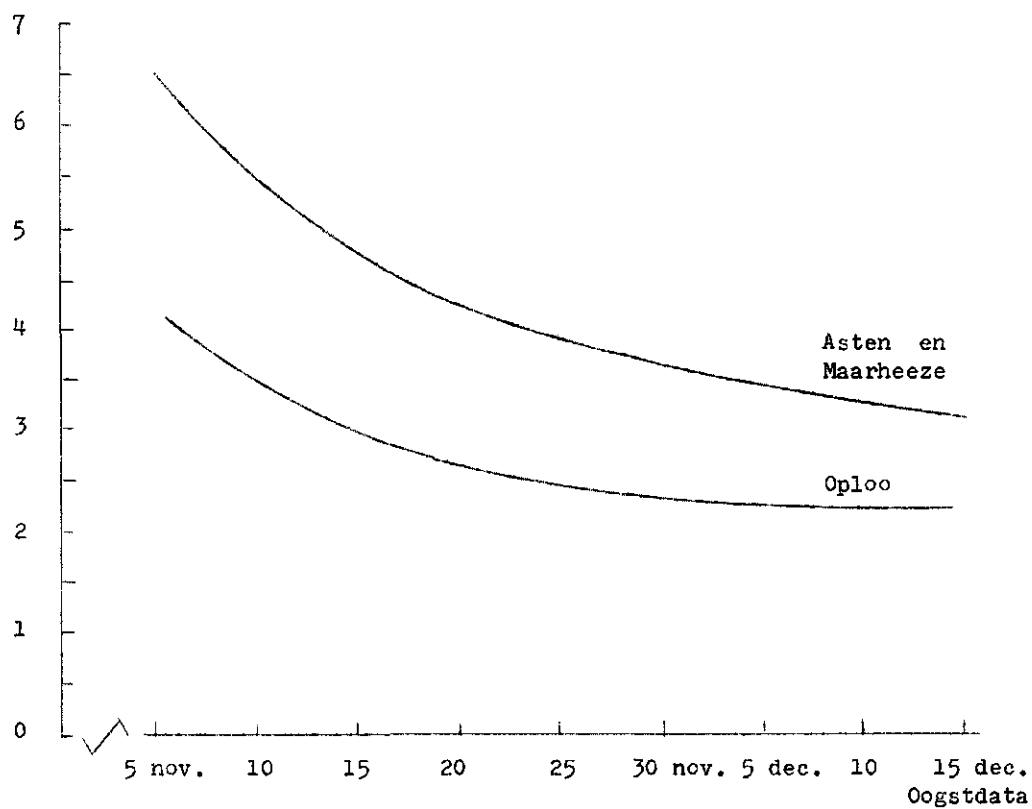
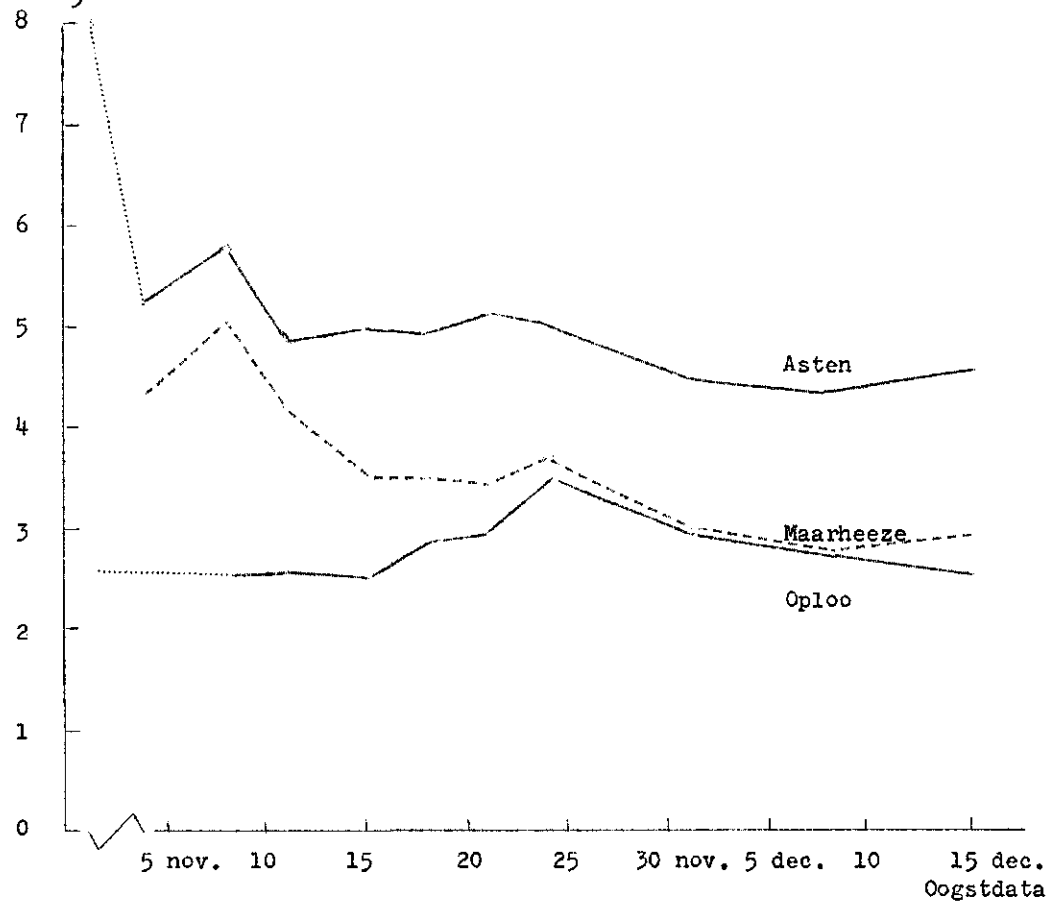


Fig. 16. Percentage  $\text{NO}_3$  in de knol van de stoppelknollen

%  $\text{NO}_3$  in de droge stof van de knol



In Maarheeze lag het nitraatgehalte in het begin dicht bij dat van Asten maar daalde in het midden van november tot het niveau van Oploo. Dit is dus in tegenstelling tot het nitraatgehalte van het loof, dat ongeveer gelijk bleef aan dat van Asten. De grond in Maarheeze leverde op den duur vermoedelijk minder stikstof dan in Asten. Het eiwitgehalte lag ongeveer op hetzelfde niveau als te Oploo.

Voor alle drie percelen waren de eiwitgehalten van loof en knol erg hoog.

Volgens figuur 16 komt half november een stijging van het nitraatgehalte van de knol voor te Oploo en Asten. Er is nagegaan of dit met de temperatuur in verband kon staan, maar dat valt niet te bevestigen. De luchttemperatuur was van 15 tot 21 november evenals de grondtemperatuur op 17 november wel hoog, maar dit geldt in nog sterkere mate voor de periode 26 tot 30 november (zie tabel 5). De nitraatgehalten daalden evenwel in laatstgenoemde periode.

## VI. NITRAATGEHALTEN BIJ VIJF RASSEN

In de zomer is een proefveld met zes stoppelknollenrassen aangelegd om na te gaan of bij het machinaal trekken van een geil gewas verschillen in verliezen zouden optreden. Deze rassen zijn in alfabetische volgorde: Civasto R, Gelria A, Jobe, Mommersteeg's knolvoetresistente halflange (thans Debra), Novitas en Veko andijvieblad. Het laatstgenoemde ras werd erg door knolvoet aangetast en is daardoor voor de proef als verloren beschouwd.

Van de overgebleven vijf rassen is vijf keer een monster genomen voor een nitraatbepaling. De monsters zijn op drie verschillende tijdstippen genomen, dus twee keer in duplo. Bij een wiskundige bewerking van de nitraatgehalten stond bij voorbaat vast dat de uitkomst gebonden is aan de omstandigheden van het proefveld. Om eventueel niet een kweker te duperen door het trekken van algemeen geldende conclusies, worden de rassen met symbolen aangegeven. De kwekers wordt medegedeeld welk symbool voor hun ras is gekozen; hiervoor is namelijk niet de alfabetische volgorde gehandhaafd.

Bovengenoemde wijze van mededelen wordt gerechtvaardigd door de ervaring van het Instituut voor Rassenonderzoek van Landbouwgewassen, dat de afgelopen herfst geen duidelijke verschillen in nitraatgehalte tussen de rassen kon constateren (23).

### 1. Invloed van de oogsttijden

De stoppelknollen zijn op 10 en 22 november en op 20 december machinaal getrokken. De gemiddelde nitraatgehalten bedroegen per oogsttijd resp. 4,71, 3,55 en 2,89 %  $\text{NO}_3$ .

Per pluktijd is voor één blok het nitraatgehalte van het loof en van de knol afzonderlijk bepaald. Na het toepassen van een correctie voor de invloed van bomen waren de gemiddelde nitraatgehalten van het loof en de knol zoals in tabel 6 wordt aangegeven.

Tabel 6. Gemiddelde nitraatgehalten over vijf rassen op drie tijdstippen

Oogsttijd	% $\text{NO}_3$ in de ds	
	Loof	Knol
10 november	4,58	5,12
22 november	3,22	3,95
20 december	2,10	3,81

Bij dit proefveld dat zwaar werd bemest, is alle drie keren het nitraatgehalte van de knollen hoger dan van het loof. Van 10 tot 22 november valt er een sterke daling van het nitraatgehalte van het loof en de knol waar te nemen, daarna alleen van het loof. Dit is in overeenstemming met gegevens van het vorige hoofdstuk.

### 2. Verschillen tussen de rassen

Op de nitraatgehalten van de vijf rassen is de variantie-analyse toegepast. Hierbij moet bedacht worden dat de parallellen gekoppeld zijn aan de oogsttijden. Dit betekent dat o.a. de invloed van het lagere niveau van de  $\text{NO}_3$ -gehalten op 20 december is ingecalculeerd en dat de invloed van de oogsttijd op het nitraatgehalte niet wordt getoetst. Op 10 november en 20 december is in duplo bemonsterd.

Het gemiddelde  $\text{NO}_3$ -gehalte alsmede het gemiddelde percentage ruw eiwit staat vermeld in tabel 7 en de afzonderlijke waarnemingen in bijlage 5.

Tabel 7. Gemiddelde nitraat- en eiwitgehalten van vijf rassen

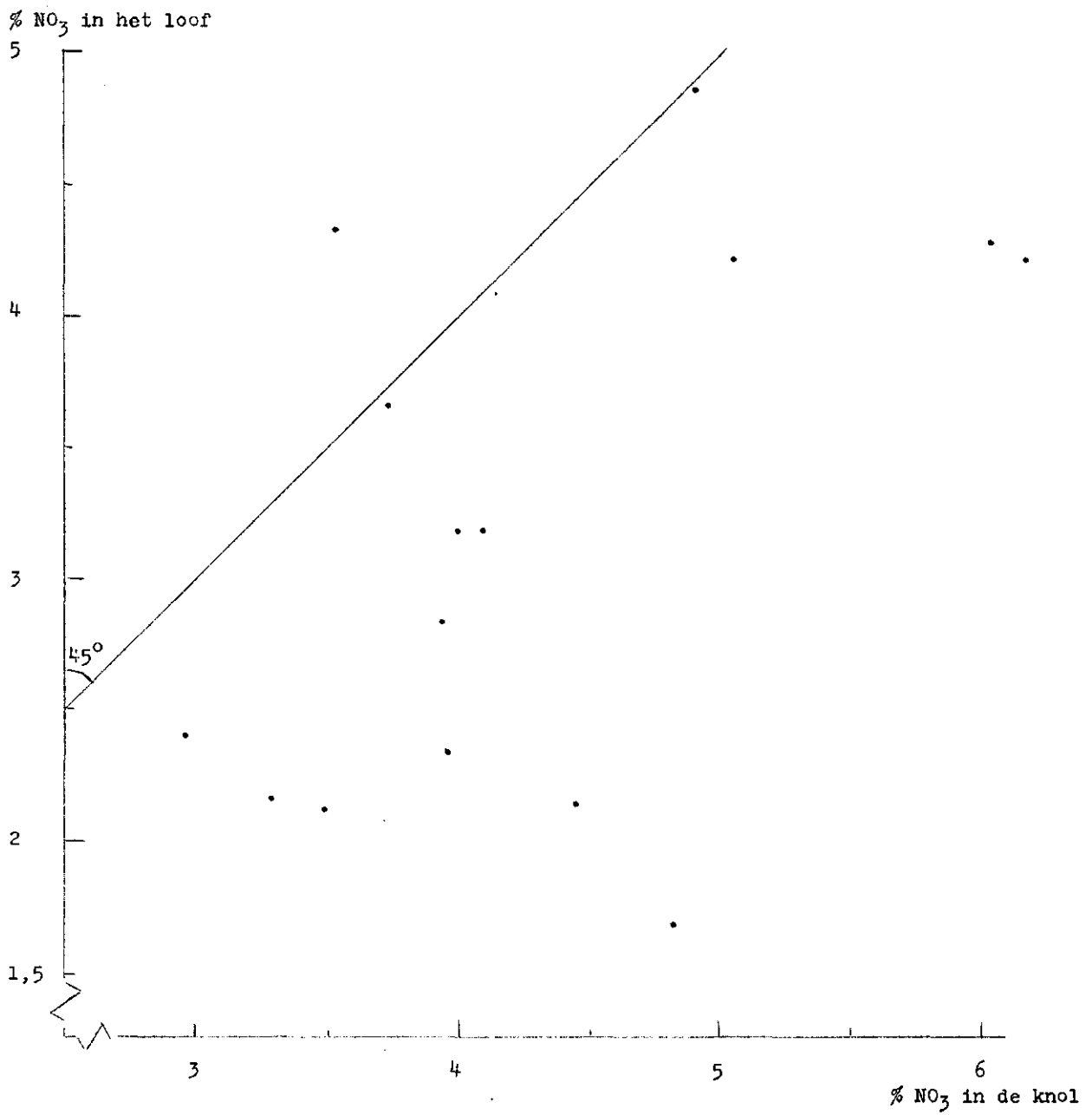
Rassen	A	B	C	D	E
Percentages					
NO <sub>3</sub>	3,51	3,64	3,66	3,85	4,10
Ruw eiwit	23,9	22,5	24,5	23,2	23,0

Volgens de variantie-analyse bestaat er een zeer duidelijk verschil in nitraatgehalte tussen de oogsttijden - die gestrengeld zijn met de parallellen - maar is er geen significant verschil tussen de rassen wanneer een fout van < 5 % toelaatbaar is. Mag de fout 10 % zijn dan is er wel een verschil tussen de rassen.

Van 15 monsters is zowel het nitraatgehalte van het loof als van de knol bekend. Nu zou het mogelijk kunnen zijn dat naarmate het NO<sub>3</sub>-gehalte van het loof lager is, het NO<sub>3</sub>-gehalte van de knol relatief of hoger of lager is. Dit is volgens figuur 17 niet het geval want dan zouden de punten een verband moeten aangeven. Uit de figuur blijkt dat slechts één keer meer nitraat in het loof dan in de knol aanwezig was.



Fig. 17. Verband tussen het percentage  $\text{NO}_3$  in het loof en in de knol



## VII. NITRAATGEHALTEN BIJ VERSCHILLENDE AFSTANDEN TOT BOMEN

De stoppelknollen van de plukproef te Lunteren groeiden aan de oostzijde van een weg met bomen. De bomen zijn ca. 10 m hoog en beschaduwden het proefveld gedeeltelijk. Bij de eerste en derde pluktijd bevond de eerste parallel zich op 10-30 m en de tweede op 60-80 m afstand tot de bomen. De stoppelknollen van de eerste parallellen waren een aantal middagen beschaduwd. Het nitraatgehalte was hier hoger dan bij de andere parallellen, terwijl het ruw-eiwitgehalte lager was, zoals in tabel 8 wordt aangegeven.

Tabel 8. Het nitraat- en het ruw-eiwitgehalte van stoppelknollen op verschillende afstanden tot bomen aan de westzijde van het perceel in Lunteren

Afstand tot de bomen	% NO <sub>3</sub> in de ds		% re in de ds	
	10 nov.	20 dec.	10 nov.	20 dec.
10-30 m	4,91	3,03	22,6	23,3
60-80 m	4,52	2,75	24,0	25,1
Verschiil	0,39	0,28	-1,4	-1,8

Wanneer Engels raaigras minder licht ontvangt, ontstaat daardoor volgens Deinum (5) een hoger ruw-eiwit- en nitraatgehalte. Dat op het proefperceel dichter bij de bomen een lager ruw-eiwitgehalte bij de stoppelknollen aanwezig was dan op grotere afstand, kan als een aanwijzing opgevat worden dat de grond op 60-80 m afstand van de bomen stikstofrijker was dan op 10-30 m. Dit houdt in dat bij afwezigheid van een vruchtbaarheidsverloop, de verschillen in nitraatgehalten nog groter zouden zijn geweest.

# VIII. RELATIE VAN HET NO<sub>3</sub>-GEHALTE MET PERCENTAGES VAN ENKELE ANDERE CHEMISCHE BESTANDDELEN

Het percentage NO<sub>3</sub> kan in principe verband houden met andere chemische bestanddelen. Gedacht is aan gemakkelijk oplosbare koolhydraten, ruw eiwit, kalium, magnesium en de sporenelementen molybdeen en mangaan.

## 1. Relatie percentage NO<sub>3</sub> en percentage suikers na inversie

De hoeveelheid gemakkelijk oplosbare koolhydraten is benaderd door bepaling van het percentage suikers na inversie.

Het percentage gemakkelijk oplosbare koolhydraten in verhouding tot het percentage NO<sub>3</sub> in het voer kan voor het vee van belang zijn, omdat bij een hoger suikerpercentage een iets hoger NO<sub>3</sub>-gehalte toelaatbaar is.

Van 7 monsters is het percentage suikers na inversie bepaald; vijf waren van het ras Ponda, één van Mommersteeg's heelblad - thans Vobra genoemd - en één van Jobe (heeft ingesneden blad). Het verband tussen het percentage nitraat en het percentage suikers na inversie wordt voor de zes eerstgenoemde monsters aangegeven in figuur 18.

In figuur 18 valt het op dat bij hetzelfde nitraatgehalte veel meer suikers in de knol voorkomen dan in het blad en dat meer nitraat samengaat met minder suikers. Waarschijnlijk heeft het vee daardoor voorkeur voor de knol boven het blad want relatief veel nitraat schijnt een bitterder smaak te geven. Op een bedrijf in Bennekom, met 5,61 % NO<sub>3</sub> in de droge stof van het gewas, liet het vee veel loof in de voergoot liggen. Achteraf bezien is dit zeer gunstig geweest want op dit bedrijf is geen ziekte voorgekomen, hoewel het vee zo veel knolgroen kon opnemen als het lustte.

In figuur 18 is één monster, namelijk van het ras Jobe, buiten beschouwing gelaten. Dit ras heeft wel de naam een lekkere knol te geven. In overeenstemming hiermee bleek het suikergehalte hoger te zijn dan volgens figuur 18 wordt verwacht, namelijk 45,5 % suikers bij 3,94 % NO<sub>3</sub> in de knol en 17,5 % suikers bij 4,11 % NO<sub>3</sub> in de knol.

In tegenspraak hiermee bevonden zich op een later tijdstip - nl 23 november t.o.v. 8 november - in Lunteren niet meer suikers in Jobe dan in vier andere rassen. Daar bevonden zich rond 28 % suikers in de droge stof van de knollen bij rond 4 % NO<sub>3</sub> en ongeveer de helft minder suikers in het loof dan in de knol, zoals blijkt uit tabel 9.

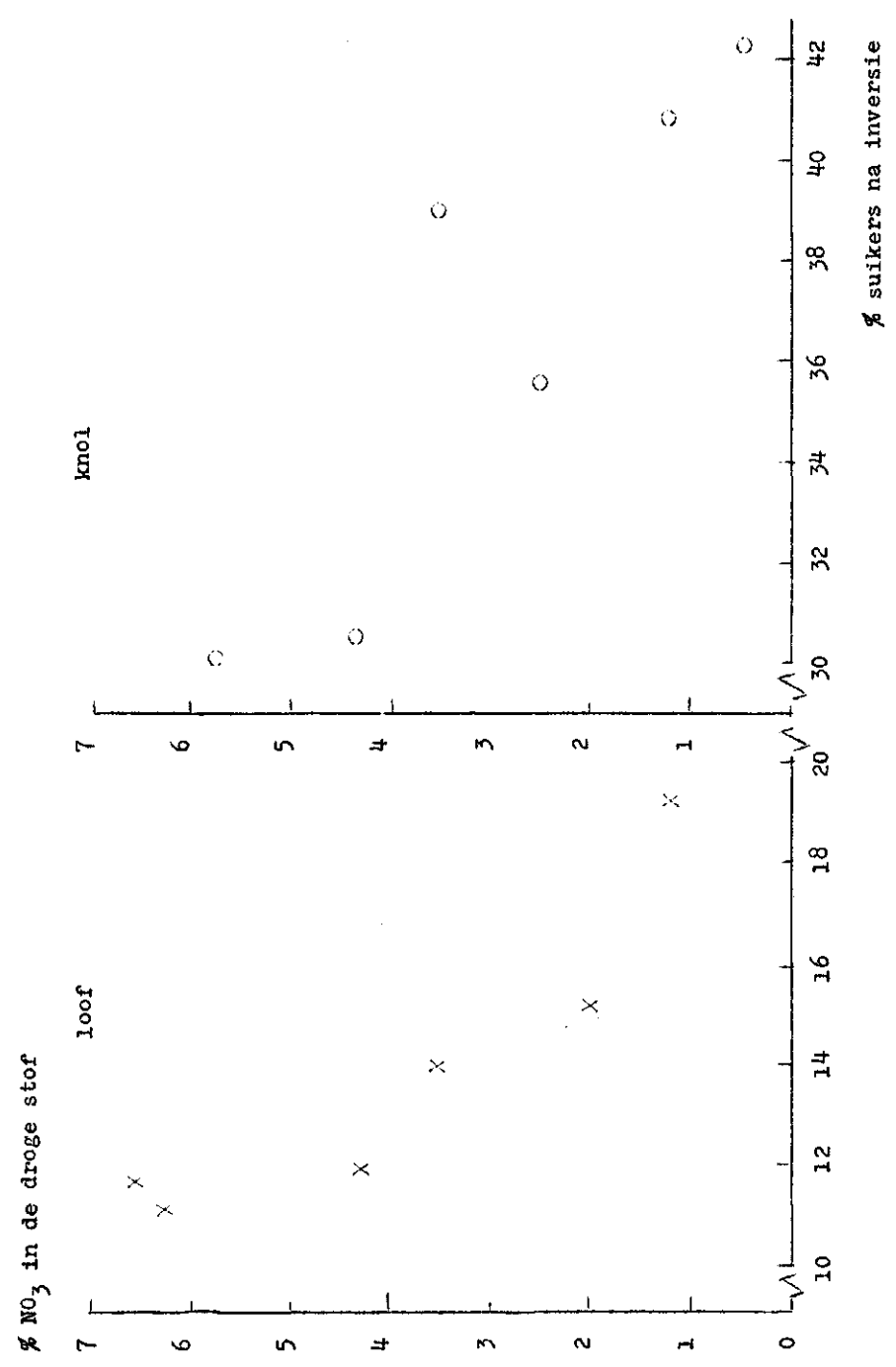
Tabel 9. Percentages ruw eiwit, nitraat en suikers na inversie, bij vijf rassen

Ras	In de droge stof van het loof			In de droge stof van de knol		
	% re	% NO <sub>3</sub>	% Suiker na inv.	% re	% NO <sub>3</sub>	% Suiker na inv.
Jobe	24,8	3,32	15,0	17,2	3,98	27,8
Gelria A	25,6	2,82	14,2	16,2	3,96	29,8
Civasto R	26,0	3,19	15,0	16,2	4,09	32,3
Debra	25,0	3,60	12,5	16,4	4,00	28,5
Novitas	25,3	3,65	12,3	18,2	3,73	28,1

## 2. Relatie percentages ruw eiwit en nitraat

In deze paragraaf wordt slechts het percentage nitraat van de monsters waarvan ook het K- en Mg-gehalte bekend is vergeleken met het percentage ruw-eiwit. Bij een andere publikatie (24) worden veel meer monsters in beschouwing genomen.

Fig. 18. Relatie tussen het percentage nitraat en het percentage suikers in loof en knol



Een onderlinge vergelijking van de percentages ruw eiwit wordt in tabel 10 gegeven. De monsters zijn op 4 november genomen.

Tabel 10. Percentage  $\text{NO}_3$  vergeleken met de percentages ruw eiwit, kalium en magnesium; percentages in de droge stof

Perceel	Blad				Knol			
	$\text{NO}_3$	re	K	Mg	$\text{NO}_3$	re	K	Mg
1	1,22	18,8	4,50	0,39	0,48	10,3	2,87	0,19
2	3,27	23,7	4,43	0,27	2,62	12,2	3,81	0,15
3	4,11	25,2	4,00	0,18	3,94	12,3	4,35	0,14
4	6,15	26,2	5,64	0,20	5,26	13,0	4,96	0,15
5	6,66	26,6	5,99	0,36	4,36	12,7	4,49	0,21
6	7,68	25,5	6,20	0,21	8,06	10,9	5,77	0,17

Uit tabel 10 blijkt dat voor de percelen 1 t/m 5 een hoger re-gehalte gepaard gaat met een hoger nitraatgehalte. De percentages van perceel 6 vallen hierbij evenwel uit de toon.

### 3. Relatie percentages kalium en nitraat, en magnesium en kalium

Voor de knol gaat een hoger nitraatgehalte gepaard met een hoger K-gehalte. Dit blijkt uit tabel 10. Het duidelijke verband dat tussen deze gehalten bestaat wordt ook gedemonstreerd in figuur 19.

Volgens tabel 10 is zowel bij het loof als bij de knol de relatie tussen het percentage K en het percentage  $\text{NO}_3$  minder duidelijk. Wel bleek, zoals figuur 19 aangeeft, in het loof meer nitraat samen te gaan met een grotere interactie  $\% \text{K} \times \% \text{N}$ . (Het percentage N is hierbij bepaald volgens de gewijzigde Kjeldahl-methode (Selenium-methode). Wordt dit gehalte met 6,25 vermenigvuldigd dan verkrijgt men het percentage ruw eiwit).

Tussen de gehalten aan Mg en K, vermeld in tabel 10, bestaat geen verband.

### 4. Relatie tussen de gehalten aan molybdeen, mangaan en nitraat

Een overmaat aan mangaan kan gepaard gaan met een tekort aan molybdeen. Weinig molybdeen kan nitraatverhogend werken. Van een tekort aan Mo kan worden gesproken wanneer het gehalte lager is dan 0,10 p.p.m. (25)

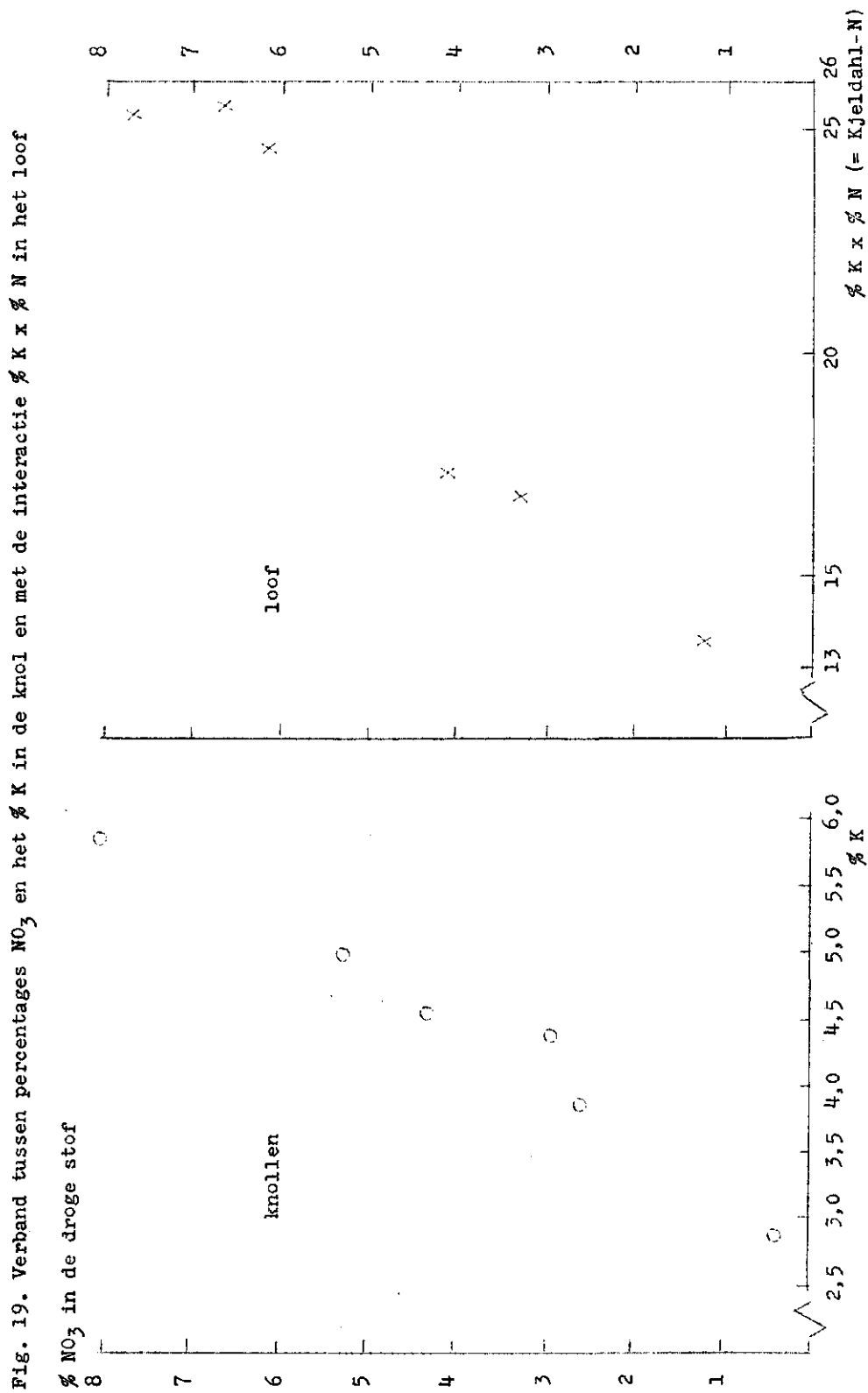
Van de drie percelen in Noord-Brabant waarvan het hoge nitraatgehalte is vervolgd, zijn de genoemde sporenelementen bepaald in het loof van de monsters die genomen werden op 8 november. De gehalten worden in tabel 11 aangegeven in mg per kg ds (= p.p.m.)

Tabel 11. Gehalten aan molybdeen en mangaan in de droge stof van het loof

Monster	Ruw eiwit (%)	$\text{NO}_3$ (%)	Mo (ppm)	Mn (ppm)
Oploo	24,6	3,54	2,05	68
Asten	26,2	6,32	1,03	141
Maarheeze	27,4	6,50	1,83	109

Uit tabel 11 blijkt duidelijk dat er geen overmaat aan Mangaan of een tekort aan Molybdeen bestond; de hoge nitraatgehalten worden niet door deze sporenelementen veroorzaakt.

(Volgens onderzoek van Mes van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid zou door tekort aan sulfaat in de grond een groeiremming van stoppelknollen kunnen optreden, hetgeen een hoger nitraatgehalte van de planten tot gevolg kan hebben. Op geen enkel proefveld of proefperceel is evenwel het sulfaatgehalte van de grond bepaald). (26)



## CONCLUSIES

1. Volgens de literatuur kunnen verscheidene kruisbloemigen, 66k stoppelknollen, gemakkelijk veel nitraat ophopen.
2. Eveneens blijkt uit de literatuur dat het nitraatgehalte van planten o.a. hoger wordt door het beschikken over meer stikstof of over stikstof die op een later tijdstip is toegediend; voorts door een geringere lichtintensiteit in de herfst, door een geringer vochtanvoer of door een geringer plantgetal.
3. In de herfst van 1966 waren de weersomstandigheden in diverse gebieden van ons land gunstig voor een hoger nitraatgehalte van de gewassen dan onder gemiddelde omstandigheden. Die gunstige omstandigheden zijn evenwel de laatste dertig jaar meerdere keren voorgekomen. De oorzaken van te hoge nitraatgehalten moeten niet allereerst bij het weer maar vooral bij de cultuurmethode worden gezocht.
4. Bij een gelijke droge-stofopbrengst aan stoppelknollen gaf in 1966 een bemesting van 150 kg kas per ha meer dan 350 kg kas, ongeveer 8,7 % meer nitraat in het gewas.
5. Een latere zaai van stoppelknollen dan 21 juli veroorzaakte tot 18 augustus een evenredig hoger nitraatgehalte, nl. bijna 0,4 % meer nitraat per week latere inzaai.
6. Ook het zaaien van stoppelknollen vóór 21 juli kan een hoger nitraatgehalte geven vergeleken met inzaai op die datum. De oorzaak ligt dan vermoedelijk buiten de zaaitijd, namelijk in een grotere stikstofvoorraad van de grond of in een geringer plantgetal.
7. In de loop van november daalde het nitraatgehalte 1 à 3 %; 1 % wanneer het nitraatgehalte in het begin van november ca. 3,5 %  $\text{NO}_3$  bedroeg en 3 % bij erg laat gezaaide stoppelknollen met ca. 6,5 % nitraat in het begin van de maand.
8. Het nitraatgehalte daalde in de eerste helft van december niet meer of slechts in geringe mate.
9. Het nitraatgehalte in het loof daalde veel sterker dan in de knol; op drie bedrijven in Noord-Brabant bevond zich in het begin van november meer nitraat in het loof dan in de knol, terwijl dit aan het eind van november nog op één bedrijf het geval was.
10. Bij nitraatrijke stoppelknollen valt te voren niet nauwkeurig te voorspellen of zich meer nitraat in het loof dan wel in de knol bevindt.
11. Tussen vijf rassen kwamen bij hoge nitraatgehalten geen significante verschillen in nitraatgehalte voor;
12. Er is geen verband tussen het percentage  $\text{NO}_3$  in het loof en in de knol waargenomen.
13. Op 10-30 m aan de oostzijde van bomen is 0,3 à 0,4 % meer nitraat in de stoppelknollen vastgesteld dan op 60-80 m afstand. Wegens een niet te corrigeren vruchtbaarheidsverloop moet het verschil evenwel groter geacht worden.
14. In de knol bevinden zich veel meer gemakkelijk oplosbare koolhydraten dan in het loof. Méér nitraat ging in beide plantedelen samen met een geringere hoeveelheid gemakkelijk oplosbare koolhydraten.
15. Meer nitraat in de knol ging samen met meer kalium, en meer nitraat in het loof met een grotere interactie % K x % ruw eiwit.
16. Bij drie percelen in het oosten van Noord-Brabant met veel nitraat in het loof kwam ruim voldoende molybdeen in het blad voor.

LITERATUUROPGAVE

1. Nienstedt, E.F. : Zur Nitratfrage bei Futterpflanzen; Das Wirtschaftseigene Futter 12 (1966) 4 (okt.) 337-345.
2. Steger, H. : Nitratspeicherung in der Pflanze und ihre Einflüsse und Auswirkungen auf Leistung und Gesundheit bei Rindern und Schweinen; Fortschrittsberichte für Landwirtschaft 1, 1966. Institut für Landwirtschaftliche Information und Dokumentation 108 Berlin.
3. Wright Madison J.  
Davison Kenneth, L. : Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals; Advances in Agronomy 16 (1964) 197-247.
4. Kolari, O.E.  
Jordan, R.M. : Nitrate Poisoning in Livestock; Feedstuffs 33 (1961) 25 (24 juni) 28-31.
5. Deinum, B. : Climate, Nitrogen and Grass; Mededelingen Landbouwhogeschool 66-11 (1966) Wageningen
6. Scharrer, K. en Seibel, W. : Über den Einfluss der Ernährung und Belichtung auf den Nitratgehalt von Futterpflanzen; Landwirtschaftliche Forschung 9 (1956) 168-178.
7. Wölfer, H. : Wie durch unterschiedliche Düngung am N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  die Ertragsbildung, besonders am Rohprotein und Verdaulichen Rohprotein, beeinflusst und wie ändert sich der Gehalt an Nitratstickstoff bei steigender N-Düngung? Bodenkunde und Pflanzenernährung 23 (68), 1941 blz. 226-259.
8. Harberts, Catharina L.  
en Sonneveld, Hendrika A. : De bepaling van ruw eiwit in wortel- en knolgewassen. Mededeling 192 I.B.S. 1962.
9. Sørensen, C. : The Influence of Nutrition on the Nitrogenous Constituents of Plants; II Field Experiments with Heavy Dressings of Nitrogen to Fodder Sugar Beets. Acta Agricultural Scandinavica 10 (1960) 17-32.
10. Buysse, F. : Het voorkomen van nitraten in bieten en stoppelknollen; Mededelingen van de Landbouwhogeschool en de opzoekingsstations van de Staat te Gent 21 (1956) 1: 59-66.
11. Prummel, J. : Nitraat en oxaalzuur in spinazie in verband met de gezondheid (Literatuuroverzicht); Rapport 10, I.B. 1966.
12. Tunks, Fred. E. : Beeson Takes Some Of The "Scare" Out Of Nitrate Toxicity; Feedstuffs 36 (1964) 18 (12 mei) 57.
13. Rijksconsulentschap voor de Veevoeding : Vitamine A en D voor rundvee. Circulaire Nr. 63-16 (15 nov. 1963) blz. 3.
14. Adams, R.S. en Guss, S.B. : Silo Gas and Nitrate Problems; Feedstuffs 37 (1965) 49 (4 dec.) 32.



15. N.N. : Stencil S 929 d.d. 23-11-1966 van het Bedrijfs-laboratorium voor grond- en gewasonderzoek te Oosterbeek.
16. Reesinck, J.J.M. en de Vries, D.A. : De jaarlijkse en dagelijkse gang van het daglicht in Nederland. Mededelingen van de Landbouwhogeschool; deel 46 blz. 3-24, Wageningen 1942.
17. Pruis, J.A. en Reesinck, J.J.M. : Meteorologische waarnemingen te Wageningen tot 1 januari 1946 en helderheidsmetingen aan de hemel te Arnhem. Mededelingen van de Landbouwhogeschool te Wageningen; deel 48, verhandeling 3, 1946.
18. De Vries, D.A. : Solar radiation at Wageningen. Mededelingen van de Landbouwhogeschool te Wageningen 55 (6) 277-304 (1955).
19. N.N. : "Wageningse weergrafieken"; laboratorium van Natuur- en weerkunde van de Landbouwhogeschool te Wageningen. Maandelijkse uitgave vanaf 1954.
20. N.N. : Maandoverzichten der weersgesteldheid van het KNMI te De Bilt.
21. N.N. : Mededelingen en Verhandelingen 33. KNMI te De Bilt, No. 120, 1930.
22. Te Velde, H.A. en Wieling, H. : Nitraatvergiftiging bij rundvee door stoppelknollen. Med. nr. 138, PAW 1967.
23. N.N. : Jaarverslag 1966, IVRO, Wageningen.
24. Te Velde, H.A. : Nitraatgehalten van stoppelknollen in 1966 (II). Med. nr. 140, PAW 1967.
25. Henkens, C.H. : Persoonlijke Mededeling
26. Mes, A.E.R. : Persoonlijke Mededeling

S 8113  
260 ex.  
tV/TB  
26-6-1967

B I J L A G E N

1. Nitraatgehalten bij stoppelknollen van het proefveld  
PAW 1322 in 1966
2. Percentage nitraat en ruw eiwit in de stoppelknollen  
van het perceel te Asten
3. Het percentage nitraat en ruw eiwit in de stoppel-  
knollen van het perceel te Oploo
4. Het percentage nitraat en ruw eiwit in de stoppel-  
knollen van het perceel te Maarheeze
5. De nitraatgehalten van vijf rassen

Bijlage 1. Nitraatgehalten bij stoppelknollen van het proefveld PAW 1322 in 1966

N-gift	Zaaitijd	% NO <sub>3</sub> in de droge stof			% Knol in procenten van het totale gewicht aan ds
		Loof	Knol	Loof + knol	
81 kg N/ha	7 juli	1,54	1,78	1,62	34
	14 juli	1,78	2,37	2,01	38
	21 juli	0,81	1,07	0,92	42
	28 juli	0,91	1,82	1,24	36
	4 aug.	0,93	2,18	1,37	35
	11 aug.	1,56	2,77	1,94	31
	18 aug.	2,55	2,29	2,46	35
115 kg N/ha	7 juli	1,95	2,24	2,05	34
	14 juli	2,51	3,06	2,75	43
	21 juli	1,53	2,11	1,76	39
	28 juli	1,57	3,15	2,11	34
	4 aug.	1,49	3,03	2,00	33
	11 aug.	2,37	3,70	2,75	28
	18 aug.	3,12	3,08	3,11	30

Bijlage 2. Percentage nitraat en ruw eiwit in de stoppelknollen van het perceel te Asten

Bemonsterings- datum	% NO <sub>3</sub> in de droge stof			% re in		% Knol in procenten van het totale gewicht aan ds
	Loof	Knol	Loof + knol	Loof	Knol	
4 nov. (knollen eerder geplukt)	7,68	8,06	7,79	25,5	10,9	28
4 nov.	6,15	5,26	5,94	26,2	13,0	24
8 nov.	6,32	5,74	6,21	26,2	13,7	19
11 nov.	5,29	4,83	5,17	25,5	16,1	27
15 nov.	5,44	4,93	5,26	25,0	16,0	36
18 nov.	4,39	4,89	4,53	25,3	18,5	29
21 nov.	4,49	5,15	4,70	24,3	19,0	31
24 nov.	3,95	4,97	4,29	24,6	19,0	33
1 dec.	3,59	4,46	3,92	23,9	18,7	38
8 dec.	3,78	4,27	3,98	24,0	20,3	41
15 dec.	3,06	4,49	3,85	26,1	19,0	39

Bijlage 3. Het percentage nitraat en ruw eiwit in de stoppelknollen van het perceel te Oploo

Bemonsterings- datum	% NO <sub>3</sub> in de droge stof			% re in		% Knol  in procenten van het totale gewicht aan ds
	Loof	Knol	Loof + knol	Loof	Knol	
8 nov. (knollen eerder geplukt)	4,83	2,36	4,41	30,0	15,2	17
8 nov.	3,54	2,52	3,36	24,6	13,5	18
11 nov.	3,62	2,56	3,33	25,0	14,3	28
15 nov.	2,75	2,51	2,68	25,0	15,2	29
18 nov.	2,90	2,87	2,89	25,1	16,7	29
21 nov.	2,66	2,91	2,75	23,6	16,2	34
24 nov.	2,66	3,54	2,96	25,4	17,2	34
1 dec.	2,34	2,97	2,59	23,6	18,2	39
8 dec.	2,26	2,71	2,42	23,8	17,3	35
15 dec.	2,24	2,50	2,36	25,0	16,9	46

Bijlage 4. Het percentage nitraat en ruw eiwit in de stoppelknollen van het perceel te Maarheeze

Bemonsterings- datum	% NO <sub>3</sub> in de droge stof			% re in		% Knol  in procenten van het totale gewicht aan ds
	Loof	Knol	Loof + knol	Loof	Knol	
4 nov.	6,66	4,36	6,47	26,6	12,7	8
8 nov.	6,50	5,04	6,37	27,4	16,2	9
11 nov.	5,43	4,21	5,22	25,8	17,4	17
15 nov.	4,33	3,53	3,99	25,2	(17,6 en 20,9)*	23
18 nov.	3,79	3,49	3,73	26,7	18,2	20
21 nov.	4,20	3,38	4,00	25,8	16,9	25
24 nov.	3,84	3,66	4,80	25,3	18,2	23
1 dec.	3,79	2,96	3,58	26,4	18,0	25
8 dec.	2,97	2,76	2,91	23,2	16,5	27
15 dec.	3,14	2,90	3,06	26,4	16,4	35

\*

Duplo's stemmen niet overeen; geen stof voor heranalyse

Bijlage 5. De nitraatgehalten van vijf rassen

		A	B	C	D	E
10 november;	blok I	4,28	4,61	4,97	5,06	5,63
10 november;	blok II	4,46	4,30	4,22	4,66	4,94
22 november;	blok I	3,68	3,49	3,24	3,60	3,75
20 december;	blok I	2,80	2,92	3,26	2,83	3,33
20 december;	blok II	2,30	2,88	2,60	3,12	2,85
Gemiddeld % NO <sub>3</sub>		3,51	3,64	3,66	3,85	4,10
<u>Loof</u>						
10 november;	blok I	4,35	4,23	4,29	4,85	4,23
22 november;	blok I	3,65	3,19	2,82	2,32	3,19
20 december;	blok I	2,40	2,13	1,69	2,14	2,14
Gemiddeld		3,47	3,18	2,93	3,10	3,19
<u>Knol</u>						
10 november;	blok I	3,51	5,02	6,01	4,89	6,17
22 november;	blok I	3,73	4,09	3,96	3,98	4,00
20 december;	blok I	2,97	3,50	4,84	3,27	4,45
Gemiddeld		3,40	4,20	4,94	4,05	4,87